IMP. INST. ENTOM.
— LIBRARY —
No. 5664

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/journal-of-applied-entomology_1931_18

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

ACHTZEHNTER BAND

MIT 2 TAFELN UND 192 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29
1931.

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN.

PRINTED IN GERMANY.

Inhaltsverzeichnis zum achtzehnten Band.

I. Originalaufsätze.

Seite

Andres, Adolf, Beitrag zur Kenntnis ägyptischer Bostrychiden. (Mit 4 Abbildungen und 1 farbigen Tafel) 691

Blunck, Hans, Über die Parasiten der Rohrglanzgrasgallmücke *Mayetiola phalaris* Barnes 582

Bodenheimer, F. S., Erfahrungen über die Biologie der Hausfliege (*Musca domestica* L.) in Palästina 492

Bremer, H., Beitrag zur Epidemiologie der Brachfliegenschäden (*Hylemyia coarctata* Fall.). (Mit 1 Abbildung) 354

Buchmann, Dr. W., Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Entwicklung der Mückenlarven 404

Dingler, Prof. Dr. Max, Rüsselkäferstudien 654

Eckstein, Fritz, Über die Verwendung von Ködermitteln zur Schädlingsbekämpfung 726

Eckstein, K., und Butovitsch, Beitrag zur Kenntnis der Fauna der Kiefernkahlschläge 615

Eidmann, H., Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. II. Physiologischer Teil. (Mit 16 Tabellen, 3 Kurven und 9 Abbildungen) 57

Eidmann, H., Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien. (Mit 5 Abb.) 537

Friederichs, K., Zur Ökologie des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*). (Mit 5 Abb.) 568

Jancke, O., Beiträge zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung. I. Mitteilung. (Mit 4 Abbildungen) 276

Körting, Dr. A., Beobachtungen über die Fluggewohnheiten der Fritfliege und einiger Getreidethysanopteren. (Mit 1 Abbildung) 154

Krüger, Friedrich, Untersuchungen über die Giftwirkung von dalmatischem Insektenpulver auf die Larven von *Corethra plumicornis*. (Mit 3 Abbildungen) 344

Martini, E., Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen 440

Mell, R., und Heinrich, G., Beiträge zur Fauna sinica IX. Zur Biologie und Systematik der südchinesischen Ichneumoninae Ashm. (Fam. Ichneumonidae Hym.) (Mit 3 Abbildungen) 371

Meyer, Ernst, Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. (Mit 24 Abbildungen) 1

Nihat Schewket Bey, Untersuchungen über Möhrenblattsauger. (Mit 9 Abb.) . 175

Prell, Prof. Dr. H., Die Brutbildtypen der einheimischen rindenbrütenden Borkenkäfer 361

Rhumbler, L., Über das Schicksal der von der Buchenrindenwollaus (*Cryptococcus fagi* Bsp.) befallenen Buchen. (Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen) 590

Schedl, Dipl. Ing. Karl, Der Hemlockspanner *Ellopia fiscellaria* Hb. und seine natürlichen Feinde. (Mit 32 Abbildungen) 219

Schimitschek, Dr. Ing. Erwin, Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz. I. Standortsklima und Kleinklima in ihren Beziehungen zum Entwicklungsablauf und zur Mortalität von Insekten (Mit 11 Abbildungen) 460

Seite

Stellwaag, F., Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. VI. Teil: Ziele und besondere Methodik bei der Bestimmung der Giftigkeit im Individualversuch. (Mit 13 Abbildungen) 113
Stellwaag, F., Karl Escherich zum sechzigsten Geburtstag 423
Stellwaag, F., Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. VII. Teil: Grundlagen und besondere Methodik der Bestimmung des „Giftwertes" im „Serienversuch". (Mit 12 Tabellen und 5 Abbildungen) 698
Sprengel, L., Epidemiologische Forschungen über den Traubenwickler *Clysia ambiguella* Hübn. und ihre Auswertung für die praktische Großbekämpfung. (Mit 13 Abbildungen) 505
Thiem, H., und Kalandadze, L., Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel. Zugleich ein Beitrag über das Ausbreitungsvermögen von Insektiziden 319
Trägårdh, Ivar, Zwei forstentomologisch wichtige Fliegen. (Mit 30 Abbildungen) 672
Vietinghoff-Riesch, Freiherr A. von, Erlebnisse mit Forstinsekten als Lausitzer Revierverwalter 1923—1930. (Mit 9 Abbildungen) 634
Vollmer, Ortrud, Kleidermotten als Fresser lebender Zecken 161
Watzl, Dr. Otto, Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege (*Chlorops taeniopus* Meig.). (Mit 2 Abbildungen) 133
Zwölfer, W., Zur Lehre von der Bekämpfung der Schadinsekten 531

II. Kleine Mitteilungen.

Ein einfaches Biocönometer zur Auszählung der Insektenfauna der Grasdecke. Von N. Konakow und Z. Onissimowa 189
Ein Beitrag zur Eiablage der *Theobaldia annulata*. Von Ernst Teubner-Tredmerski 191
Tier und Pflanze in Symbiose 193
Die Heumotte (*Ephestia elutella* Hb.) als großer Tabakschädling 196
Neue Untersuchungen über die Verbreiter der Ulmenkrankheit 197
Die Wintersaateule (*Agrotis segetum* Schiff.) und ihre Bekämpfung 199

III. Referate.

Neuere russische forstentomologische Literatur. Sammelbericht für das Jahr 1929. Von Dr. V. v. Butovitsch, Eberswalde 201
Einzelreferate 212, 418

Band XVIII, Heft 1.

Originalaufsätze.

A xix 613

Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule.

Parolis Hammed, Schiff.

Von

Ernst Meyer, München.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie der bayer. Forstl. Versuchsanstalt.)

(Mit 24 Abbildungen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Vorbemerkungen 2
II. Geschichte der jüngsten Kalamität 3
1. Klimatische Beschaffenheit der Jahre 1928 und 1929 3
2. Die Jahre 1928 und 1929 4
3. Eruptionsjahr 1930 5
Eigene Untersuchungen und Beobachtungen im Eruptionsjahr 1930 im Forstamt Heideck (Mittelfranken) 5
I. Methode der Untersuchungen 5
II. Meteorologisches 8
1. Vergleichende Betrachtung der Bodentemperaturen in den Versuchsbeständen 8
2. Vergleichende Betrachtung der Kronentemperaturen in den Versuchsbeständen 10
III. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Streudecke und Puppenbelag 11
1. Methodisches 11
2. Untersuchungsergebnisse 12
a) Streuhöhe und Puppenbelag 12
b) Streuhöhe und Puppenmortalität 15
c) Streuhöhe und Parasitierung 16
3. Zur Frage des Raupenwanderns 18
4. Geologische Karten und Fraßkarten 19
5. Folgerungen 19
IV. Das Schlüpfen der Falter 22
1. Abhängigkeit von meteorologischen Elementen 22
2. Zahlenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen 25
3. Beobachtungen 25

Seite
V. Flug und Eiablage 26
1. Abhängigkeit von meteorologischen Einflüssen 26
2. Verteilung der Eier über die Kronen und Befallsstärke der drei Versuchsbestände 30
3. Zur Frage des Zusammenhanges zwischen Bestandsalter und Befallsstärke; Bevorzugung von Stangenhölzern 32
VI. Zur Frage des Überfluges 33
VII. Schlüpfen der Räupchen 37
1. Abhängigkeit von Witterungseinflüssen 37
2. Ergebnisse der Untersuchung der gesammelten geschlüpften Gelege 39
VIII. Raupenentwicklung und Zusammenbruch 40
1. Allgemeines 40
2. Sterblichkeit der Eiräupchen in Alt- und Stangenhölzern 41
3. Die Entwicklung der verschiedenen Stadien 43
4. Fraßtätigkeit und Mortalität in den Versuchsbeständen 46
5. Fraßtätigkeit der erwachsenen Raupen am Tag und während der Nacht 46
6. Krankheiten 49
IX. Bekämpfung der Fo-Eule im Forstamt Heideck 50
1. Erfolgskontrolle der Meritol-Bestäubung 50
2. Ergebnisse der Untersuchung der toten Raupen 52
Schluß 53
I. Zusammenfassung der Ergebnisse 53
II. Literaturverzeichnis 55

I. Vorbemerkungen.

Aufgabe der im folgenden geschilderten Untersuchungen und Beobachtungen war es, genaue phänologische Daten zu sammeln, Anhaltspunkte zu liefern zur Beurteilung der am natürlichen Kieferneulenbiotop wirkenden Kleinklimaverhältnisse und deren Einwirkung auf die Entwicklung der verschiedenen Stadien der Kieferneule.[1]) Beobachtungsgebiet war der Staatswald des Forstamtes Heideck in Mittelfranken; es liegt etwa 30 km südlich von Nürnberg, wo Keuper und Jura aneinanderstoßen. Die Distrikte I, II, IV, V und VI (Abb. 7) bilden einen großen zusammen-

[1]) Die Anregung zur Durchführung der Untersuchungen gab Herr Geheimrat Professor Dr. Escherich.

In den Monaten März mit Juli 1930 habe ich, diesen Anregungen folgend, zahlreiche Versuche und Beobachtungen gemacht und anschließend im Institut für angewandte Zoologie München das gesammelte Stoffmaterial bearbeitet.

Mein ergebenster Dank gilt zunächst meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Professor Dr. Escherich und Herrn Dr. Zwölfer für wohlwollende Ratschläge und freundliche Aufnahme im Institut.

Besonderen Dank schulde ich auch dem verehrten Vorstand des Forstamtes Heideck, Herrn Forstmeister Dr. Kuhn, für freundliche Förderung meiner Arbeit; desgleichen danke ich den Herren Betriebsbeamten des Forstamtes Heideck, insbesondere Herrn Forstwart Nörr, der in Fällen meiner Verhinderung in entgegenkommender Weise die Messungen durchführte.

Endlich möchte ich Herrn Dr. Schotte von der Schering-Kahlbaum A.-G. herzlich danken für bereitwillige Überlassung einiger photographischer Aufnahmen.

hängenden Komplex, der noch ganz dem mittelfränkischen Keupergebiet angehört. Die Höhenlage der Waldungen beträgt 350—400 m; das langjährige Temperaturmittel in Nürnberg 8,5° C, die jährliche Niederschlagsmenge 592,9 mm. Heideck selbst mit seiner Umgebung gilt als Trockeninsel.

II. Geschichte der jüngsten Kalamität.

1. Klimatische Beschaffenheit der Jahre 1928 und 1929.

Das mittelfränkische Keupergebiet wurde im Jahre 1930 von einer gewaltigen Kieferneulenkatastrophe heimgesucht. Man darf mit einiger Sicherheit annehmen, daß es sich um das Eruptionsjahr handelte, also nach Escherich um das dritte Jahr. Das Vorbereitungsjahr wäre demnach 1928, das Prodromaljahr 1929 gewesen.

In folgender Tabelle sind die Monatstemperaturmittel und die monatlichen Niederschlagssummen der Jahre 1928 (Vorbereitungsjahr) und 1929 (Prodromalstadium) den langjährigen Mitteln gegenübergestellt und zwar für die Städte Nürnberg und Weißenburg.

Die Monate Mai und Juni 1928 zeigen Temperaturen unter dem langjährigen Mittel, der Juli hat erhöhte Temperatur, alle drei Entwicklungsmonate (Ei, Raupe) Mai, Juni, Juli weisen, namentlich für Nürnberg, bedeutend geringere Niederschläge auf. Die Monate bis zum Schluß des Kalenderjahres haben durchwegs erhöhte Temperaturen, die Niederschläge sind teils höher, teils geringer als die Mittel. Ähnlich liegen die Verhältnisse für das Jahr 1929. Der kalte Winter drückt zwar die

Tabelle 1.

	Nürnberg: H = 310,8 m			Weißenburg: H = 422,2 m		
	Monats-Temp.-Mittel		Langj. Mittel	Monats-Temp.-Mittel		Langj. Mittel
	Nürnberg			Weißenburg		
	° C		° C	° C		° C
	1928	**1929**	**1891—1910**	**1928**	**1929**	**1891—1910**
Januar . . .	2,0	— 5,0	— 1,1	1,5	— 5,6	— 1,5
Februar . . .	3,2	— 8,6	0,6	2,3	— 9,1	0,1
März	4,4	3,6	3,6	3,4	2,5	3,2
April	8,9	5,8	8,3	8,4	5,1	8,0
Mai	11,5	15,0	13,2	10,4	13,7	12,7
Juni	16,1	16,4	16,8	15,4	15,5	16,2
Juli	21,0	19,8	18,2	20,0	18,7	17,8
August . . .	18,2	19,0	17,3	17,8	17,5	16,9
September . .	14,1	17,4	13,6	13,1	15,9	13,1
Oktober . . .	9,3	11,3	8,4	8,8	10,1	8,0
November . .	6,5	5,0	3,5	5,7	4,3	3,1
Dezember . .	0.0	4,0	0,0	0,5	3,4	0,5
Jahr	9,6	8,6	8,5	8,9	7,7	8.1

	Niederschläge		Langj. Mittel	Niederschläge		Langj. Mittel
	Nürnberg			Weißenburg		
	mm		mm	mm		mm
	1928	**1929**	**1879–1918**	**1928**	**1929**	**1879–1918**
Januar . . .	32,8	35,4	35,5	24,5	38,6	37,9
Februar . . .	77,3	21,4	29,7	65,0	12,6	32,4
März	16,9	8,2	37,8	14,1	11,1	41,8
April	56,5	36,8	35,5	34,9	33,7	41,2
Mai	37,1	45,5	58,6	57,1	44,1	67,1
Juni	57,4	60,9	64,4	99,6	69,8	81,8
Juli	21,8	68,0	79,2	45,4	64,5	89,0
August . . .	106,9	35,5	61,3	106,9	54,5	74,6
September . .	17,2	18,3	50,8	13,8	24,1	58,1
Oktober . . .	34,5	53,7	45,8	54,8	50,0	50,6
November . .	49,6	22,2	38,4	72,5	17,2	40,0
Dezember . .	45,0	54,4	45,9	81,2	51,7	47,4
Jahr	553,0	460,3	592,9	619,8	471,9	661,9

Temperaturen, aber vom Mai an haben fast durchwegs alle Monate höhere Temperaturen (als das langjährige Mittel). Mit Ausnahme von April und September haben auch alle Monate erheblich geringere Niederschläge. Dieses Ergebnis stimmt überein mit den von Berwig auf statistisch-meteorologischem Wege gefundenen Resultaten: 2 günstige Jahre folgten aufeinander. Das Jahr 1928 zeigte die Eigenschaften eines Vorbereitungsjahres, im Jahre 1929 wiederholten sich die günstigen Bedingungen in fast verstärktem Maße.

2. Die Eulenpopulation in den Jahren 1928 und 1929.

Über das Jahr 1928 liegen keine, über das Jahr 1929 nur unvollständige Aufzeichnungen vor. Vom 12. bis 13. und am 16. April 1929 wurden Probeflächen abgesucht — jeweils 1 qm mit folgendem Ergebnis:

Tabelle 2.

	Abgesuchte Fläche (qm)	Gefundene Eulenpuppen		Geringster Belag	Höchster Belag
		im ganzen	im Durchschnitt je qm	auf 1 qm	
Bezirk Heideck . .	82	36	0,44	0	3 (Abt. II 3 d. Wörnsbacher Heuweg)
Bezirk Röttenbach .	45	36	0,8	0	2,3

Die meisten Puppen (3 pro qm, 12 pro Stamm, bei 4 qm Standraum eines Baumes) wurden in Abteilung II 3d Wörnsbacher Heuweg ge-

funden, wo auch der stärkste Befall eintrat und wo die Kalamität entdeckt wurde.[1])

Am 22. Juni 1929 waren die angelegten Kotfänge sämtlich stark mit Kot und abgebissenen Nadeln bedeckt. Am 26. wurde eine Probestammfällung in II, 3d vorgenommen mit folgendem Ergebnis: An 7 Stämmen wurden zusammen 3780 Raupen gesammelt (Maximum 1000, Minimum 230). Im Durchschnitt also 540 Raupen pro Stamm. Rechnet man mit 2500 Stämmen pro Hektar, so treffen auf den Stamm $4 \times 3 = 12$ Puppen. Wenn die Eier von 6 Weibchen pro Stamm 540 Raupen liefern konnten, so muß sowohl die Mortalität der Eier als auch der Jungraupen gering gewesen sein. Eine derartige Befallsstärke führte zu einem in verschiedenen Abteilungen bemerkenswerten Fraß; ein Bild gibt die Fraßkarte 1929 (Abb. 9 S. 21). Gegenmaßnahmen wurden im Jahre 1929 nicht getroffen. Auf einigen relativ kleinen Flächen wurde im Herbst nach der Verpuppung der Raupen die Streu entfernt. Im September wurde ein ausgedehntes Probesammeln nach Puppen durchgeführt, dessen Ergebnisse im folgenden mit verarbeitet sind.[2]) Im Zoologischen Institut wurden die Puppen auf ihren Gesundheitszustand untersucht; das Ergebnis dieser Untersuchung gab zu den schlimmsten Befürchtungen Anlaß.

3. Eruptionsjahr 1930.

Im März 1930 wurden wiederum in sämtlichen Beständen Probeflächen abgesucht; der Gesundheitszustand der Puppen hatte sich während der Wintermonate nicht wesentlich verschlechtert. Bei dem hohen Prozentsatz gesunder Puppen mußte mit einer Katastrophe gerechnet werden. Über den Verlauf der Kalamität vom Schlüpfen der Falter bis zum massenhaften Absterben der Raupen durch Nahrungsmangel, Krankheiten und Hitze soll in den nächsten Kapiteln ausführlich berichtet werden. Siehe auch Tabelle 5 S. 11.

Eigene Untersuchungen und Beobachtungen im Eruptionsjahr 1930.

I. Methode der Untersuchungen.

Die große Puppensammlung im März 1930 gab Gelegenheit, die Abhängigkeit des Puppenbelages von der Stärke und Zusammensetzung der Streudecke und Beschaffenheit des Bodens zu untersuchen.

---

[1]) Aber auch in anderen Abteilungen, z. B. im Dachsbau, wo die Puppenzahl pro Stamm nur 1,2 betrug, kam es zu sehr starkem Fraß. Siehe Fraßkarte 1929, Abb. 9. Conrad (S. 323) berichtet, daß 1—2 Puppen je Probestamm bereits bemerkbaren Lichtfraß im nächsten Jahre zur Folge hatten. In der Oberförsterei Guszianka wurden gar im Herbst des dem Hauptfraß vorausgehenden Jahres 1912 bezw. 1927 je Quadratmeter nur 0,01—0,02 Puppen gefunden; trotzdem trat 1913 und 1928 vernichtender Kahlfraß ein. Ähnliches berichtet König S. 408, ohne genauere Zahlen anzugeben.

[2]) Aus Raummangel kann das Zahlenmaterial nicht tabellarisch gegeben werden.

Eine erstmalige Prüfung der Ergebnisse gab Veranlassung, die Bestände nach Streutypen zu ordnen; es lag nahe anzunehmen, daß verschiedene mikroklimatische Verhältnisse die außerordentlich schwankenden Belagsziffern mit herbeiführten.

Zur Durchführung von Messungen schien es zweckdienlich, sich auf zwei Bodenstreutypen zu beschränken.[1])

1. Einen Moos-Rohhumus-Beerkraut-Typ (= Typ 1) mit überwiegend starker Schichtendicke,
2. einen Nadel-Heide-Gladonia-Typ (= Typ 2) mit überwiegend schwacher Schichtendicke.

Der Streutyp wird bedingt durch Bodenverhältnisse und Bestandsalter. Man kann sagen: Typ 1 ist der Typ der Stangenhölzer, Typ 2 der Typ der Althölzer. Typ 2 zeigen auch Stangenhölzer, wenn sie berecht wurden.

Als Versuchsobjekte zu den mikroklimatischen Messungen, die Ende März begannen, wurden zwei Bestände des Typs 1, einer des Typs 2 gewählt. Die 3 Bestände wurden mit 1n (= Typ 1, normal benadelt), 1b (= Typ 1, im Vorjahr stark befressen), 2 (= Typ 2) bezeichnet.

Eine Gegenüberstellung von Altholz und Stangenholz schien einmal im Hinblick auf die Verschiedenartigkeit der Streuverhältnisse angezeigt. Zum zweiten schien es möglich, daß verschiedene mikroklimatische Verhältnisse im Alt- und Stangenholz Unterschiede in der Entwicklung der „Baumstadien" bedingen würden.

Zur Charakterisierung der Versuchsbestände, die einer Abteilung angehören, seien noch einige Angaben beigefügt:

1n: 28jähriges Stangenholz von geringem Wuchs, Schlußgrad 1.0; mittelstarkes Moospolster, schwache Rohhumusschicht. Boden tiefgründiger Sand. Gelände leicht nach Norden geneigt.

1b: Ungefähr 40jähriges Stangenholz, wüchsig. Schlußgrad 0,6—0,7; starkes Moospolster, darunter kräftige Rohhumusschicht. Boden leicht anmoorig. Gelände eben.

2: 83jähriges Altholz geringer Bonität, durch früheren Spannerfraß stark verlichtet; Streudecke schwach, Boden tiefgründiger Sand. Gelände leicht nach Norden geneigt.

Zur Durchführung der Beobachtungen und Messungen im Kronenbereich wurden „Kanzeln" gebaut. Abb. 1 zeigt die Kanzel in 1b. An zwei Bäumen führten Sprossen empor. Ein dritter bildete die gegenüberliegende Stütze, so daß der Kanzelboden dreieckige Gestalt bekam. Von oben konnte man je 3 Kronen teilweise gut überblicken.

An drei Stellen wurden zunächst die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse untersucht: am Kronenansatz, in der Mitte und am Gipfel; auch am Boden wurde in drei Zonen gemessen: im Boden (d. h. in einer Tiefe, in der sich jeweils die Puppen befanden), auf der Bodenoberfläche und 1 m über dem Boden.[2])

---

[1]) Die Idee der Typengliederung ist ein Verdienst von Vietinghoffs. Es wäre interessant gewesen, die v. Vietinghoffschen Typen der Untersuchung zugrundezulegen. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurde die Zahl der Typen auf 2 beschränkt.

[2]) Wesentlich für die Puppen sind natürlich nur die Temperaturen im Boden. Die auf der Bodenoberfläche und in 1 m über dem Boden gemessenen Größen hatten nur als Vergleichszahlen Bedeutung.

Zur genauen Erfassung der klimatischen Verhältnisse wären Registrierapparate nötig gewesen, zum mindesten eine solche Anzahl von Maxima- und Minimathermometern und von Hygrometern, daß man an jedem Meßpunkt der drei Bestände ein Instrument jeder Gattung irgendwie geschützt hätte befestigen könneu, so daß ein Ablesen der Daten in kurzer Zeit sich hätte bewerkstelligen lassen. Da die Beschaffung derartiger Apparate in größerer Zahl nicht möglich war, mußten die Untersuchungen mit 2 Quecksilber-Luftthermometern, 1 Bodenthermometer und 2 kleinen Haarhygrometern (Lamprecht) durchgeführt werden. Die Messungen wurden dreimal täglich vorgenommen (7—8 Uhr morgens, 11—12 Uhr mittags und 6—7 Uhr bezw. 7—8 Uhr abends). Die Abendmessungen richteten sich nach dem Zeitpunkt des Falterfluges; daher wurden sie anfänglich früher,

Abb. 1. Beobachtungskanzel in 1 b.

später von 7—8 Uhr ausgeführt. Temperatur und Feuchtigkeit wurden stets im Schatten gemessen. Nach Ablauf der Meßzeit, 5—10 Minuten, wurde abgelesen.

In den Kronen erfolgte die Messung in 3 Zonen, entlang der Stammachse, bei Sonnenschein in deren Schatten. Zur Ausführung einer Boden- bezw. Kronenmessung waren ca. im ganzen 15 Minuten nötig. Für die drei Bestände zusammen betrug der Zeitaufwand für einen Meßgang ungefähr $^3/_4$ Stunden.

Solange die Falter schwärmten, wurde an einem Tage eine Bodenmessung, am folgenden eine Kronenmessung ausgeführt. Für die graphische Darstellung mußten daher die jeweils fehlenden Daten ergänzt werden. Die Interpolation der Kronentemperaturen geschah im Anhalt an die Temperaturen in 1 m Höhe über dem Boden; die Bodentemperatur wurde unter Berücksichtigung der Luftmessungen und der allgemeinen Angaben über das Wetter ungefähr bestimmt.

Nach diesen Darlegungen braucht es nicht eigens erwähnt werden, daß die so gewonnenen Zahlen, die den graphischen Darstellungen zugrunde gelegt sind, keinen An-

spruch machen können auf absolute Genauigkeit im meteorologisch-wissenschaftlichen Sinn. Der Mangel an Arbeitskraft und Meßinstrumenten schrieb diese primitive Arbeitsweise vor.

II. Meteorologisches.

1. Vergleichende Betrachtung über Bodentemperaturen, Temperaturen auf dem Boden und in 1 m über dem Boden in den Versuchsbeständen im Zeitraum vom 24. April bis 19. Mai einschließlich (9 Meßtage = 9 × 3 = 27 Messungen).

Tabelle 3.

	1			2			3		
	Temperaturen und Prozente relativer Feuchtigkeit am 1. Mai			Mitteltemperaturen z. B. Summe der Frühmessungen : 9			Gesamtmeßzeitmittel Summe sämtlicher Messungen : 27		
	i. B.	O. F.	1 m ü. B.	i. B.	O. F.	1 m ü. B	i. B.	O. F.	1 m ü. B.
1 b	F 6,7; 100	6,8; 100	5,7; 100	7,5	9,9	8,9			
	M 9,6; 100	14,8; 79	12,1; 78	10,1	16,1	15,9	9,1	12,1	11,9
	A 9; 100	10,7; 81	11,5; 80	9,7	10,2	10,9			
1 n	F 7,1; 100	7; 100	5,6; 95	8,0	10,0	10,1			
	M 9,2; 100	12,4; 75	12,6; 74	10,0	16,8	16,4	9,3	12,4	12,6
	A 9; 100	10,7; 81	11,5; 80	9,9	10,6	11,3			
2	F 7,2; 100	7,2; 100	6; 100	8,7	10,0	10,1			
	M 11,5; 98	13,9; 74	12,8; 74	12,2	15,7	16,6	11,0	12,3	13,9
	A 11,3; 88	11,9; 74	12,4; 79	12,0	11,2	12,0			

F = früh 7—8; M = mittags 11—12; A = abends 6—7; i. B. = im Boden; O. F. = Bodenoberfläche; 1 m ü. B. = 1 m über dem Boden.

Die Tabelle zeigt die Mittel aus an 9 Tagen mit 27 Messungen festgestellten Zahlen. In Rubrik 1 sind als Beispiel die am 1. Mai gemessenen Temperaturen angegeben. Die Mittel aus den Frühmessungen in der Streu (Rubrik 2) betrugen 7,5 für 1 b, 8 für 1 n und 8,7 für 2. Sie deuten die verschiedene Streuhöhe an. 1 b zeigt, wie schon erwähnt, dicke Moospolster und starke Humusschicht, 1 n zwar starke Moospolster aber eine geringere Humusschicht, auf die tiefgründiger Sand folgt, 2 hat die geringste Streudeckenstärke, setzt also dem Eindringen der Wärme den geringsten Widerstand entgegen.

Deutlicher noch kommt der Unterschied der Typen in den Mittagsmitteln zum Ausdruck: 1 b und 1 n sind nahezu gleich (10,1 und 10), wogegen 2 12,2° aufweist. Ebenso ist der Unterschied in den Abendmitteln zwischen 1 b und 1 n nur gering, während 2 wiederum mit 12° das höchste Abendmittel zeigt.

Interessant ist der Vergleich der Bodentemperaturen mit den Temperaturen der Oberfläche. Siehe auch Rubrik 1! Wie zu erwarten ist, sind die

Unterschiede am geringsten in 2. Während die Differenzen der Gesamtmeßzeitmittel (Rubrik 3) in 1b und 1n 3° bezw. 3,1° betragen, ist in 2 nur ein Minusbetrag von 1,3° der Bodentemperatur gegen die Temperatur der Oberfläche zu konstatieren. Man kann also sagen, daß die Temperaturen im Boden in Typ 2 mit dünner Streudecke die Schwankungen der Außentemperaturen schärfer widerspiegeln, als in den Typen 1 mit starker Streudecke. Damit ist auch die Annahme berechtigt, daß in kühlen Nächten die Temperaturen im Typ 2 (entsprechend ihrer größeren Tendenz der Außentemperatur zu folgen) niederer sein werden, wie im Typ 1 (bei hohem Streubelag), mit anderen Worten: Die Temperaturgegensätze sind in 2 bei weitem schärfer als in 1.

Es ist nun anzunehmen, daß in 2 die effektive Temperatursumme größer ist als in 1n und 1b, wie es die schematische Zeichnung zum

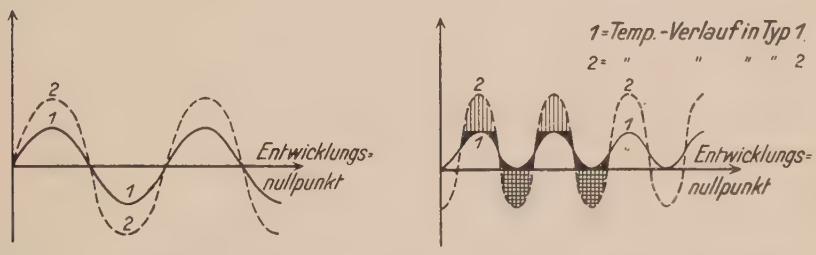


Abb. 2. Schematische Darstellung der Möglichkeiten des Temperaturverlaufs im Puppenlagerhorizont der Streutypen 1 und 2.

Zu Abb. 2 b: In 1 Fortdauer der Entwicklung, in 2 Unterbrechung. Ist die Summe der Felder |||||.||| gleich der Summe der Felder ▒▒▒▒, so sind trotz erheblicher Unterschiede im Temperaturverlauf die Summen der wirksamen Temperaturen einander gleich. Die schwarzen Zwickelfelder sind ∼ gleich ($\Sigma_{11}f_2 \ldots \sim = \Sigma f'_{1\,1}f'_2 \ldots$)

Ausdruck bringen soll. Wenn auch die aus Maximum und Minimum errechneten Mittel gleich sind, so ist doch die Summe der wirksamen Temperaturgrade im Typ 2 größer (Figur a). Es ist allerdings auch der Fall denkbar, daß die Linie der wirksamen Temperaturen, unterhalb deren keine Entwicklung mehr stattfindet, so verläuft, wie es in Figur b gezeichnet ist.

Was die relative Feuchtigkeit betrifft, konnte folgendes festgestellt werden: vom 20. April bis etwa 4. Mai hatte es nicht geregnet (siehe auch Rubrik 1!), des öfteren wurden in diesem Zeitraum in Typ 2 relative Feuchtigkeitsgrade unter 100 % gemessen, am 24. 78 %, am 28. mittags und abends 85 %; am 3. mittags 82 %, abends 87 %; am 4. mittags 92 %.

Auch durch spätere Messungen (Mitte und Ende Juni) ist bestätigt worden, daß die relative Feuchtigkeit in Typ 2 unter 100 % sinken kann, wenn längere Zeit hindurch hohe Temperaturen bei geringen Niederschlägen herrschen. Es ist wahrscheinlich, daß in trockenen Herbsten,

wenn wochenlang keine Niederschläge fallen, die Bedingungen für die Puppen im Streutyp 2 sehr ungünstig werden können. In 1n und 1b dagegen betrug die relative Feuchtigkeit wohl dank der stärkeren Streuschichten immer 100%.

2. Vergleichende Betrachtungen der Durchschnittstemperaturen von Kronenansatz, Kronenmitte und Gipfel für den Zeitraum vom 23. April bis 15. Mai (11 Messungen).

Tabelle 4a.

Durchschnittstemperaturen.

	Ansatz	Mitte	Gipfel
1n	12,4	12,3	12,2
1b	12,4	12,2	12,5
2	12,3	12,4	12,5

Als Ergebnis der vergleichenden Betrachtung möchte ich die Geringfügigkeit der Unterschiede betonen, die zu dem Schluß berechtigen, daß das Mikroklima des Kronenraumes für alle drei Bestände praktisch gleich ist. Die Differenzen sind jedenfalls derart gering, daß bemerkenswerte Unterschiede der Wirkung der Temperaturen in den drei Beständen auf die Entwicklungsdauer von Ei und Raupe nicht angenommen werden können.

Aus der vergleichenden Betrachtung erhellt weiter, daß kein nennenswerter Fehler begangen wurde, wenn öfters die Kronentemperatur nur in einem der drei Abschnitte — meist wurde der Mittelteil gewählt — gemessen wurde. Es ist sogar zu verantworten, wenn bei Zeitmangel, wie er sich während der Hauptperiode der Eiablage oder auch vor und während der Bestäubung manchmal einstellte, die Kronentemperatur nur in einem der Bestände gemessen wurde.

Stellt man eine ähnliche Untersuchung noch einmal für ein paar Junitage mit sehr hohen Temperaturen an, so bekommt man die folgenden Mittelwerte in °C (Summen der 6 Messungen: 6):

Tabelle 4b.

Kronen.

	Ansatz	Mitte	Gipfel
1n	21,3	21,1	21,2
1b	21,5	21,1	21,3
2	21,7	21,3	21,6

Die Unterschiede sind auch hier so gering, sowohl innerhalb der Kronen als auch zwischen den einzelnen Beständen, daß die oben ausgesprochene Annahme bestätigt wird. Aus diesen Werten wiederum die Mittel sind: 21,3 für 1n, 21,3 für 1b und 21,5 für 2.

Hier handelt es sich noch dazu nur um 2 Tage; bestünden schärfere Gegensätze, die sich bei der Betrachtung einer großen Zeitspanne ausgleichen, so könnten sie gerade hier zum Ausdruck kommen. Die Unter-

schiede sind indes so gering, daß sie für die weitere Betrachtung nicht in Frage kommen. Es möge an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, daß Zehntelgrade geschätzt wurden.

Zusammenfassend kann man sagen: innerhalb der Kronen jedes Bestandes bestehen — für die 3 Bestände in gleicher Weise — Unterschiede, die namentlich bei sonnigem Wetter durch Luftströmungen hervorgerufen werden, die sich aber schon während eines Tages nahezu ausgleichen. Man kann also wohl annehmen, daß in einer gewissen Zeit den Eiern und Raupen in den 3 Zonen die gleiche Wärmesumme zur Verfügung steht. Was die Unterschiede bezüglich der Temperatursummen zwischen den Beständen betrifft, so sind sie so gering, daß sie für die Biologie der Kronenstadien von untergeordneter Bedeutung sein dürften.

III. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Streudecke und Puppenbelag.

Tabelle 5.

Ergebnisse der Puppensammlung im März 1930.

Bestände des Typs		Eulenpuppen davon in %			
		auf dem qm	gesund	verjaucht, verpilzt, vertrocknet	parasitiert
1	i. Durchschn.	22,4	40,3	16,9	42,8
	Maximum	53 (II 2e)	67,4 (I 6)	43,5 (IV 6d)	65,3 (VI 4a)
	Minimum	6 (VI 4a)	10,1 (IV 6d)	4,3 (II 3a)	12,5 (III 7c)
1—2	i. Durchschn.	19,9	46,4	17,8	35,8
	Maximum	39 (I 5a)	65,9 (I 5c)	33,3 (V 2b[1])	47,5 (I 1c)
	Minimum	7 (V 2b[1])	30,8 (I 2c)	1,7 (I 5c)	25,3 (III 2a)
2	i. Durchschn.	10,6	36,2	33,2	30,6
	Maximum	38 (III 5b)	65,2 (III 3d)	100 (V 2b)	72,5 (VI 8b)
	Minimum	0,4 (VI 8a)	0 (V 2b und VI 8a)	6 (VI 8b)	0 (V 2b) 6,5 (VI 7)

1. Methodisches.

Die Abbildungen 3, 4, 5 und 6 zeigen in graphischer Darstellung die Ergebnisse der Puppensammlung im März 1930. An 5 Stellen jeder der 53 Probeflächen von je 5 qm Größe wurde die Höhe der Streudecke gemessen; die Stärke der in der Hauptsache aus Moos und Nadeln bestehenden Oberschicht sowohl als die Gesamthöhe der Streudecke (Oberschicht + Humus bezw. Rohhumus bis zum mineralischen Boden) wurde festgestellt. Beerstäucher und Heide wurden nicht mitgemessen. Aus

den so gewonnenen zweimal 5 Zahlen wurden die Mittelwerte errechnet. Die getrennte Messung von oberer (im Typ 1 lebender, aus Moos, Gras usw., im Typ 2 aus Cladonia und Nadeln bestehender) Schicht und Gesamtstärke wurde deshalb vorgenommen, weil sich gezeigt hatte, daß die Puppen vielfach an der Grenze dieser beiden Schichten lagen.[1])

Beim Absuchen der Probeflächen machte ich mir Notizen über die Zusammensetzung der Streudecke. Dabei wurden die Bestände je nach der Zusammensetzung ihrer Streudecke in die beiden Typen eingeordnet (Typ 1 = Moos — Rohhumus — Beerkraut; Typ 2 = Nadel — Heide — Cladonia). Nur wenige Flächen zeigten einen Mischcharakter. Sie sind dementsprechend mit 1—2 bezeichnet.

2. Untersuchungsergebnisse.

a) Streuhöhen und Puppenbelag.

Abb. 3 zeigt die Oberschichten nach ihrer Größe aufgetragen, darüber die dazu gehörigen Humus- bezw. Rohhumusschichten. Die stark gestrichelte Linie stellt den Puppenbelag dar.

Abb. 4 stellt die Abhängigkeit des Puppenbelages von der Gesamtstreustärke dar (da einer größeren Oberschicht nicht immer auch eine stärkere Humuslage entspricht, macht diese Darstellung eine Änderung der Reihenfolge der Abb. 3 notwendig).[2])

Der Gesamteindruck der den Belag darstellenden Linie ist auf beiden Abbildungen gleich. Die Belagskurve schwankt außerordentlich und auf den ersten Blick möchte man meinen, ein Zusammenhang zwischen Streu- und Puppenkurve bestünde nicht. Allein schon der Vergleich von Puppen- und Humuskurve (Abb. 3) deutet einen Zusammenhang an und unternimmt man es von links nach rechts fortschreitend für je 10 Flächen mittlere Streuhöhe und mittlere Belagsziffer zu berechnen, so bekommt man folgende Werte (Abb. 3):

obere Streu (cm) . . .	1,9	3,4	4,3	5,6	13,1
Humus (cm)	1,4	3,7	4,3	4,3	5,8
Puppen (qm)	10	17	26	23	19

In Abb. 4: mit zunehmender Gesamtstreustärke an Durchschnittspuppenzahlen 9,7, 21,3, 29,9, 26,4, 18,5. Daraus geht deutlich ein Anwachsen der Puppenzahlen mit zunehmender Streudeckenstärke oder besser ein scharfer Gegensatz geringer Streuhöhen und stärkerer Streuschichten bezüglich ihres Reichtums an Puppen hervor.

Betrachtet man nun Abb. 3 etwas näher, so sieht man, daß die geringsten Puppenzahlen auf Probeflächen des Typs 2 gefunden werden,

[1]) Sachtleben (1) gibt auf S. 59 dasselbe an.

[2]) Die Nummern bezeichnen die Reihenfolge der Bestände, wie sie in einer „Übersicht der Ergebnisse der Streumessungen" zusammengestellt wurden. Aus Raummangel kann diese Übersicht nicht beigefügt werden.

daß die höchsten Werte im wesentlichen dem Typ 1 angehören. In 4 Fällen zeigt aber auch 2 (Nr. 2, 15, 18 und 20) erhebliche Puppenzahlen, während 1 ebensooft hohe als niedrige Zahlen aufweist.

Es sollen nun der Reihe nach die Punkte des Diagramms unter Berücksichtigung der Aufzeichnungen betrachtet werden. Die Flächen mit einem Belag unter 5 Puppen pro qm (27, 39, 30, 28 und 40) gehören trockenen Standorten an, in 4 Fällen handelt es sich um Südhänge; desgleichen ist ihnen eine sehr dünne Humusschicht gemeinsam. Auch bei 22, 6, 21 handelt es sich um trockene Standorte mit dünner Nadelstreu und nur schwacher Humusschicht. 26, 24, 2 haben auch dünne Nadelstreu, besitzen aber schon eine stärkere Humuslage (24 = Nordhang!). 31 besitzt zwar wenig Humus, scheint aber nicht mehr so trocken zu sein als 30: Beerkraut tritt auf und nach der geologischen

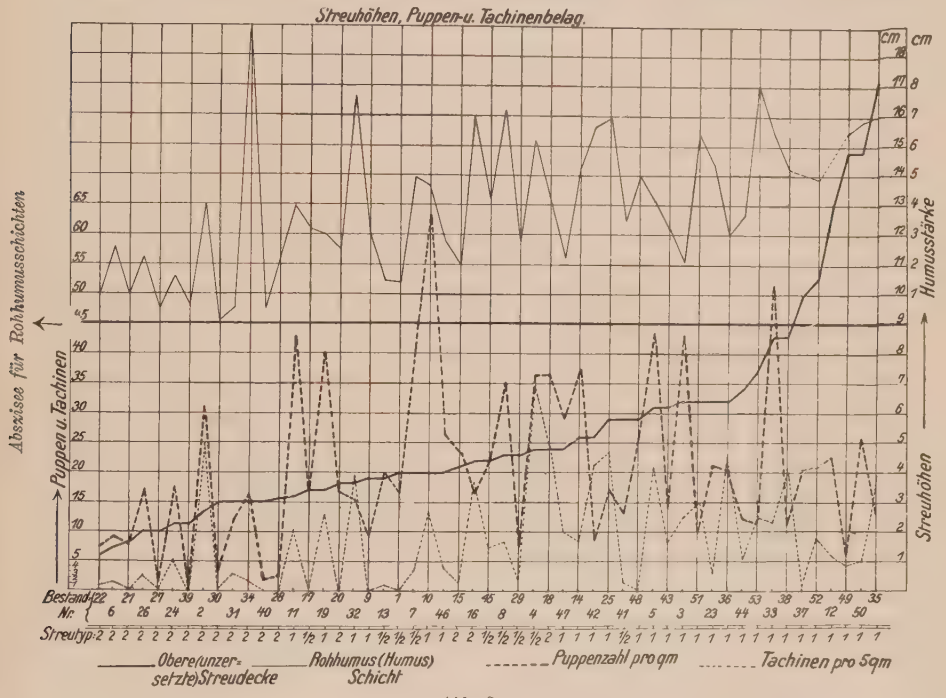


Abb. 3.

Karte stockt der nördlich anstoßende Bestand bereits auf Moorerde. 34 besitzt außerordentlich starke Rohhumusschicht und anmoorigen Grund.

11 und 19 sind Typ 1 mit mittlerer Humusauflage; 11 auf Burgsand, 19 auf Moorerde, ohne besondere Merkmale von großer Feuchtigkeit. 17, 32, 13 und 1 zeichnen sich durch nichts besonderes aus; 3 davon wurden mit 1—2 bezeichnet und weisen den für diese Streustärke errechneten Durchschnittsbelag auf. 9 (Typ 1) fällt etwas heraus mit seinem geringen Belag. Der Boden ist dort Keuperletten, die Flora deutet aber nicht auf große Feuchtigkeit in der näheren Umgebung der Probefläche. 7 und 10 haben gemeinsam mittlere lockere Humusschicht, Grundgestein = Sand, 15, 16, 45 und 46 fallen nicht auf. 8 hat unter starker Humusschicht hellen Sand, 29 fällt auf durch geringe Puppenzahl (trockener Standort, Südhang Typ 1/2; Humusschicht mäßig, Keupersand).

4, 18, 47 und 14 sind durchwegs frische Standorte; 4 hat starke Humusschicht, 18 gehört dem Typ 2 an, ist aber feucht (Moorerde), 14 = Typ 1 auf Moorerde, 47 mäßige Humusschicht auf sandigem Lehm. In 42 haben wir starken Beerkrautwuchs und Roh-

humus, mit dem Wurzelwerk der Heidel- und Preißelbeere ein dichtes Flechtwerk bildend. 41 (1—2), viel Cladonia, gewellter Südhang und Keupersand (es scheint nicht ausgeschlossen, daß aus dem mittleren Bestandsteil, wo im Jahre 1929 sich Kahl- und Lichtfraß zeigte, die Raupen abgewandert sind, um neue Nahrung zu suchen). 48 hat starke Rohhumusschicht, viel Beerkraut; 5 feucht, leicht nach Süden geneigt, Moos und Gras. 43 nicht feucht, verhältnismäßig wenig Puppen; 3 = Typ 1 mit ziemlicher Oberschichtendecke, geringer lockerer Humusschicht und Keupersand als Untergrund. 51 = Typ 1, starke Rohhumusschicht, Keupersand; wie bei 41 ist es auch hier möglich, daß Raupen aus dem Kahlfraßgebiet abgewandert sind. 23 = Typ 1 mit Keupersand, 36 desgleichen; 44 = trockener Standort, ziemliche Streudecke, nach Norden geneigt. 53 = Typ 1 mit „normalen" Verhältnissen. Auch hier ist Abwanderung der Raupen wegen Kahl- und Lichtfraßes möglich. 33 zeigt stellenweise starkes Beerkraut, Typ 1, etwas nach Süden geneigt, Untergrund Moorerde. Desgleichen ist 38 (Typ 1) feucht mit Moorerde als

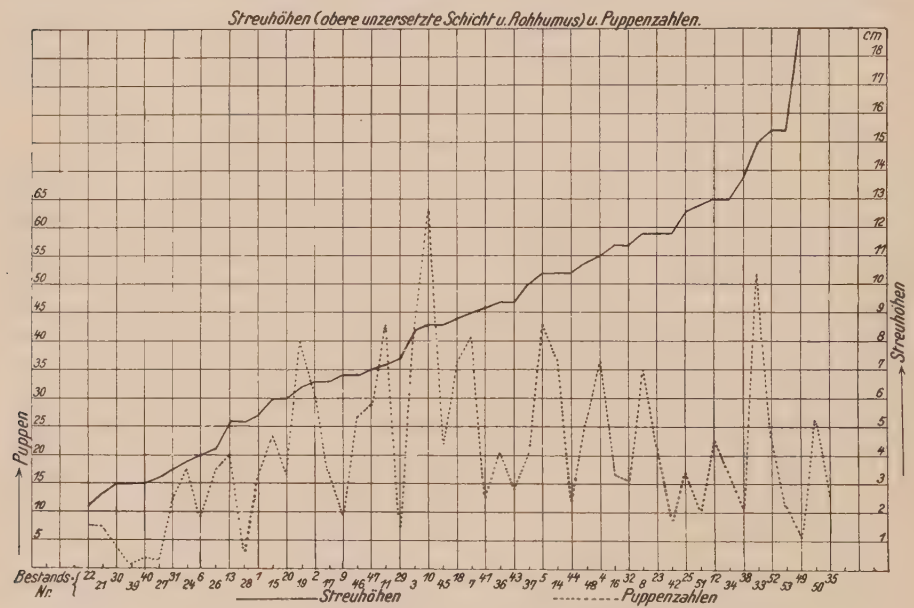


Abb. 4. Gesamtstreustärke und Puppenbelag.

Grund, 12 = Typ 1, feucht, auf Moorerde; 37 desgleichen Typ 1, stellenweise feucht, 49 und 52 = Typ 1 auf Keupersand. Hier ist Abwanderung oder Tod möglich (vgl. Fraßkarte von 1929, Abb. 7).

Zusammenfassend kann gesagt werden: die größten Puppenzahlen, also jedenfalls sehr günstige Bedingungen für das Leben der Puppen, finden wir im Typ 1 auf durchlässigen Böden (Keupersand); Bestandsnummern 11, 7, 10, 8, 3; die geringsten Belagstärken weisen Bestände des Typs 2 auf mit sehr dünner Streu- (Ober-) und Humusschicht auf trockenem Untergrund: 27, 39, 30, 40 und 28! Die Bedingungen werden günstiger, wenn Typ 2 stärkere Schichten aufweist oder auf schwach durchlässigem Boden sich findet. Typ 1 auf feuchtem Grund (Moorerde und Keuperletten) zeigt abwechselnd hohe und niedere

Puppenzahlen; jedenfalls ist hier die Möglichkeit zu starkem Auftreten gegeben.

Es liegt nahe daraus zu schließen, daß mikroklimatische Faktoren der Bodenstreu fördernd oder hemmend wirken, so zwar, daß entweder die unter so verschiedenen Verhältnissen sich befindenden Puppen in den extremen Formen des Typs 2 Schaden leiden, daß mehr von ihnen zugrunde gehen, als im Typ 1, oder daß die Raupen, ausgestattet mit einem Instinkt zur Beurteilung der besseren oder schlechteren Verpuppungsbedingungen, wandern, bis sie ihnen zusagende Verhältnisse finden; eine dritte Möglichkeit der Erklärung liegt in der Kombination der ersten beiden.

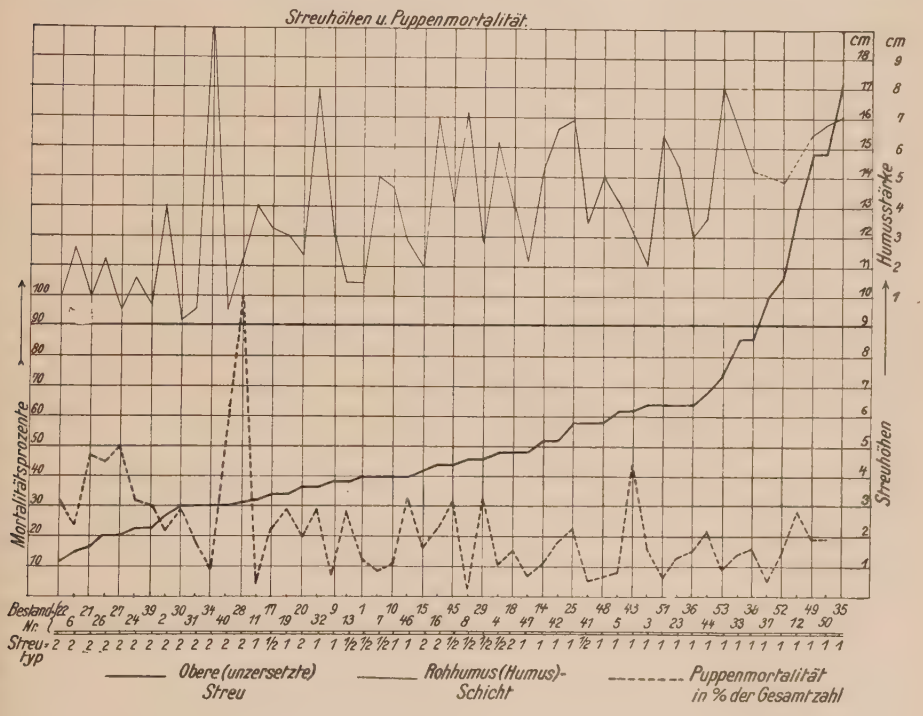


Abb. 5.

b) Streuhöhen und Puppenmortalität.

Zunächst soll untersucht werden, wie Streuverhältnisse und Puppensterblichkeit zusammenhängen. Abb. 5 zeigt die Ergebnisse in graphischer Darstellung. Die beiden Streukurven sind die gleichen wie in Abb. 3. Die stark gestrichelte Linie stellt die jeweils festgestellten vertrockneten, verpilzten und verjauchten Puppen in Prozenten der Gesamtbelagszahlen dar: auf den ersten Blick wieder sehr wenig charakteristisch und dennoch bei näherer Betrachtung lehrreich. Auffällig sind die hohen Werte auf der linken Seite; wo die Linie des Puppenbelages in Abb. 3 ansteigt, bemerken wir hier ein Sinken und umgekehrt, so daß man im ersten Drittel

der Kurven beinahe von einer spiegelbildlichen Ähnlichkeit sprechen kann. Auch für die weiteren Punkte des Diagramms kann man mit wenigen Ausnahmen diese Tatsache konstatieren.

Insbesondere ist es interessant festzustellen, daß die Flächen 11, 7, 10, 8 und 3, deren hohe Belagsziffern auf günstige Lebensbedingungen für die Puppen schließen lassen, tatsächlich auch geringe Mortalitätsprozente aufweisen; aber auch 4, 18, 14, 5 und 33 zeigen geringe Prozentzahlen (im Durchschnitt 12 %). Hingegen findet man bei anderen, die auf Abb. 3 relativ geringe Puppenzahlen haben, hier hohe Werte: 16, 45, 29, 25, 43, 44, 49. Errechnet man noch, wie früher schon, für je 10 Flächen von links nach rechts die Durchschnittsprozente, so erhält man: 33, 30, 18, 15, 16.[1])

Daß klimatische Faktoren wirksam sind, darf wohl nach den obigen Ergebnissen angenommen werden und ich glaube, daß in den extremen Formen des Typs 2 die Vertrocknungsgefahr groß ist. Die Temperaturschwankungen sind hier größer, das scheint nachteilig auf die Gesundheit der Puppen zu wirken. Hingegen scheinen ihnen die gleichmäßigeren klimatischen Verhältnisse des Typs 1, auf dem selbst bei durchlässigem Boden nie Vertrocknungsgefahr besteht, zuträglich zu sein.

Jedenfalls kann die erste Möglichkeit, die in der obigen Schlußfolgerung angedeutet ist, als bewiesen betrachtet werden. Inwieweit auf wenig durchlässigen Böden Humussäuren zur Erhöhung der Mortalität beitragen, inwieweit ferner stagnierende Nässe schädlich wirkt, müßte noch festgestellt werden.

Wenn sich nun die Puppenzahl im ganzen bis zu einem gewissen Grade als von der Streudeckenhöhe und den Bodenverhältnissen abhängig erwiesen hat, wenn sich verschiedene Mortalitätsprozente bei verschiedenen Streu- und Bodentypen gezeigt haben, so interessiert es, inwieweit die Parasitierung durch so verschiedene Verhältnisse beeinflußt wird.

c) Streuhöhen und Parasitierung.

Abb. 6 stellt in gleicher Reihenfolge die Parasitenzahlen in Prozenten des Gesamtbelages dar. Auch hier ergibt sich, wenn man für je 10 Flächen von links nach rechts die Durchschnittsprozente berechnet, ein Wachsen dieser mit zunehmender Oberschichtenstärke: 28,3, 32,3, 32, 35,1, 46,9; kleinster und größter Durchschnittswert weichen aber nicht so sehr voneinander ab, als die Mortalitätsprozente (33 % und 16 %).

Jedenfalls ist auffällig, daß schon 5 der ersten Werte (6, 21, 26, 27 und 24) über dem Durchschnitt stehen. Dann ergibt sich teilweise eine ganz schöne Parallelität der Gesamtpuppenkurve in Abb. 3 und der Kurve der von Schlupfwespen parasitierten Puppen. Hohen Puppenbelag und verhältnismäßig niedrige Parasitierung (unter 15 %) haben wir nur bei 19 (Mortalitätsziffer hier 29 %), dagegen geringe Puppenzahlen und hohe Parasitierung bei 21, 27, 39, 20, 1, 29, 43, 51, 49.

[1]) Für das Puppenmaterial der Herbstsammlung 1929 ergeben sich für sämtliche Bestände des Typs 1 und des Typs 2 durchschnittliche Mortalitätsprozente von 16 und 40,2.

Wenn so auch eine teilweise Übereinstimmung der Belags- und Parasitenkurven zu konstatieren ist, wenn die Tendenz beider gleich ist, so kann man doch aus diesen Abweichungen schließen, daß die Schlupfwespen von den wechselnden Verhältnissen weniger stark beeinflußt werden.

Werfen wir zum Schluß noch einmal einen Blick auf Abb. 3, die uns neben dem Gesamtpuppenbelag auch die Tachinenzahl zeigt. Namentlich im Anfang laufen Puppen- und Tachinenkurven nahezu parallel, was auf ungefähr gleiches Verhältnis von Puppen und Tachinen schließen läßt. Die Durchschnittszahlen steigen auch hier mit zunehmender Streustärke

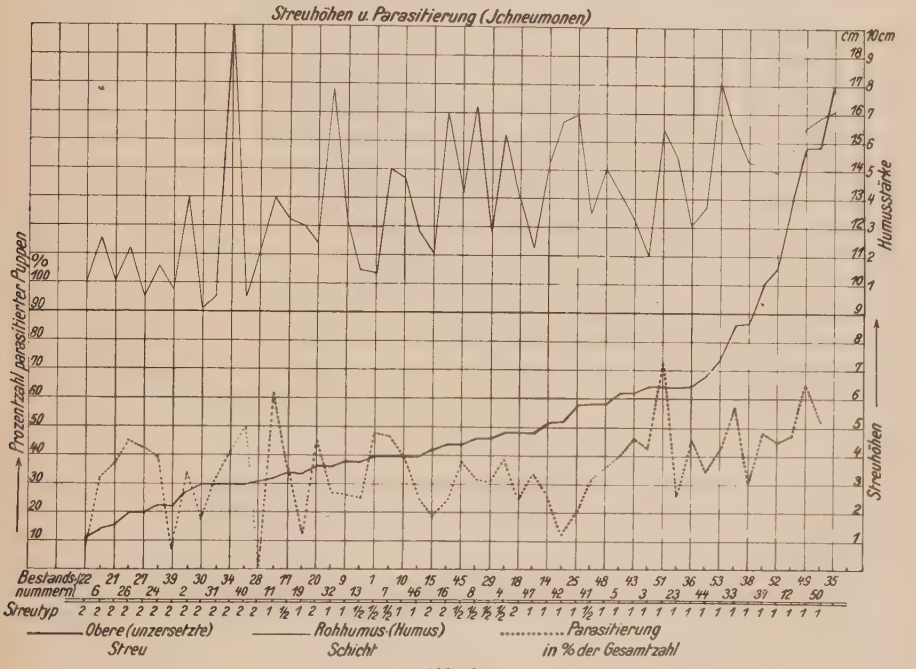


Abb. 6.

(auch die Mittelwerte der Humuskurve steigen von links nach rechts: 1,4, 3,6, 4,3, 4,3, 5,8!) wie folgt: 8, 9,3, 19,1, 26,3, 20,8.

In der Mehrzahl der Fälle finden wir beim Vergleich von Abb. 5 und der Tachinenkurve, daß hohen Mortalitätsprozenten niedrige Tachinenzahlen entsprechen (22, 21, 27, 39, 30, 40, 28, 13, 46, 29, 43, 44, 12) oder umgekehrt, daß bei gutem Gesundheitszustand der Puppen verhältnismäßig viele Tachinen gefunden werden (11, 10, 4, 5, 42, 51, 36, 53, 38). In den extremen Fällen des Typs 2 haben wir wenig oder keine Tachinen, auf den Flächen, die für die Puppen als besonders günstig bezeichnet wurden (11, 7, 8, 10 und 3) immer auch eine gewisse Anzahl von Tachinen.

Eine gewisse, wenn auch nicht immer mit der der Puppen parallel laufende Abhängigkeit des Auftretens der Tachinen von Streu und Bodentyp zugunsten stärkerer Streuschichten kann als Ergebnis der Betrachtung konstatiert werden.

Aus dem Bericht des Forstamtes H. an das Zoologische Institut vom 14. März 1930 entnehme ich: „Der Gesamtbelag auf 81 Probeflächen hat sich gegen den September 1929 bei den Eulenpuppen um 27%, bei den Tachinentönnchen um 56% vermindert."

Es wurde gezeigt, daß in extremen Formen des Typs 2 das Mortalitätsprozent im Durchschnitt der ersten zehn Flächen (Abb. 5) 33% beträgt. Es ist nun eine interessante Frage, ob nicht etwa auch durch Aktivität der Raupen — Abwanderung aus für die Verpuppung ungeeigneten Beständen oder Bestandsteilen in solche mit besseren Möglichkeiten — verantwortlich zu machen ist für die großen Unterschiede in der Belagszahl.

3. Zur Frage des Raupenwanderns.

v. Vietinghoff (1) sagt, daß „die Raupe beweglich ist und die ihr zusagenden Örtlichkeiten aufsucht". Daß die Eulenraupen sehr beweglich sind und, vom Hunger getrieben, ziemliche Strecken zurücklegen, um neue Nahrung zu finden, habe ich oftmals in Heideck beobachten können. Darauf weist übrigens Ratzeburg schon hin ([1], S. 183).

Judeich und Nitsche wie auch Wolff und Krauße (nach Sachtleben (1) S. 58) berichten, daß die verpuppungsreifen Raupen, nachdem sie zu Boden gelangt sind, noch eine Wanderung von einigen wenigen Metern machen, ehe sie sich in die Streu oder in streuarmen Beständen in den mineralischen Boden hineinarbeiten.

Aus den Ausführungen v. Vietinghoffs geht hervor, daß er ein Abwandern der Raupen im großen und auf weitere Strecken annimmt und daß er diese Erscheinung mit verantwortlich macht für den Unterschied der Belagsstärken verschiedener Bodenfloratypen.

Beobachtungen von wandernden verpuppungsreifen Raupen habe ich nicht gemacht.

Im folgenden soll das Ergebnis der nach dem Verschwinden der Raupen durchgeführten Puppensammlungen in den drei Versuchsbeständen angegeben werden:

						Puppen	Tachinen
3. Juli:	1a, 2×5 qm:	24	Raupen	im	Verpuppungsstadium	18	8
	1b, 2×5 qm:	8	„	„	„	6	3
	2 2×5 qm:	172	„	„	„	44	18
25. Juli:	1a 2×5 qm:	—	„	„	„	19	27
	1b 2×5 qm:	—	„	„	„	2	12
	2 2×5 qm:	—	„	„	„	50	80
Priv. Wald Typ 2	2×5 qm:	—	„	„	„	48	37

Beidemale ergab sich also eine bedeutend größere Puppenzahl in 2. Allerdings ist die geringe Puppenzahl in 1b auch auf den frühzeitig dort auftretenden Nahrungsmangel, den Hungertod und die Abwanderung vieler Raupen (aus Nahrungsmangel) zurückzuführen. Doch scheint demnach

ein Abwandern der Raupen aus Typ 2 (nach bisher Gesagtem für die Verpuppung klimatisch ungeeignet!) nicht stattgefunden zu haben.

Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß sich die Raupen in den ersten Entwicklungsjahren einer Gradation anders verhalten, wie im Eruptionsjahr. Nach den Ergebnissen der im September 1929 und März 1930 ausgeführten Probesammlungen muß ich eine mechanische Hinderung überhaupt ablehnen.

4. Geologische Karte und Fraßkarten.

Zu ähnlichem Ergebnis, als es die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Streuhöhe, Bodenbeschaffenheit und Puppenzahl nach der Probesammlung im März 1930 gezeitigt hat, kommt man, wenn man die geologische Karte (dem Forsteinrichtungswerk von 1928 entnommen) mit den Fraßkarten von 1913 und 1929 vergleicht. Die Fraßherde von 1913 sowohl wie von 1929 liegen in der Hauptsache in Beständen, die auf Keupersand stocken; das damalige Alter (1913) der Bestände läßt sie als Stangenhölzer erkennen und der Vergleich mit den Streuverhältnissen in den Stangenhölzern von heute legt die Vermutung nahe, daß es sich wohl durchwegs um Typ 1 gehandelt hat.

Zu ähnlichen Resultaten bezüglich der Beziehungen zwischen Standort und Puppenbelag gelangten Ratzeburg (nach Sachtleben S. 46); Judeich und Nitsche (nach Sachtleben, S. 46); Röhrig S. 245, 246, 247; Conrad S. 321, 322, 323, 324, 327, 328, 346, 347; Lehner und Berwig S. 420; Berwig (1), S. 265, 266; König S. 408.

5. Folgerungen.

Aus den Untersuchungsergebnissen und den zahlreichen Angaben aus der umfangreichen Literatur über den Zusammenhang von Bestandsalter, Bodendecke (2 innig zusammenhängende Faktoren!) und Beschaffenheit des Bodens mit dem Auftreten der Eule kann gefolgert werden:

In normalen Zeiten wird infolge geringerer Puppenmortalität in den Beständen des Typs 1 ein höherer „eiserner“ Puppenbelag vorhanden sein als in Beständen des Typs 2. Eine Massenvermehrung wird in Beständen beider Typen in gleicher Weise angebahnt; sie wird sich im Prodromaljahr zunächst an günstigsten Orten bemerkbar machen. Das sind Stangenhölzer des Typs 1 auf durchlässigem oder nicht zu feuchtem Boden, innerhalb dieser besonders Sandhügel mit mächtiger Streudecke.

Das gilt wohl, wie auch aus der Literatur hervorgeht, ganz allgemein. So konnte sich die Annahme einer „Bevorzugung“ der Stangenhölzer, die bei Beginn einer Massenvermehrung Aktivität des Falters voraussetzen würde, bilden.

Wir haben gesehen, daß ein ganz geringer Puppenbelag — 1—2 Puppen pro Stamm — (vgl. S. 5 und Fraßkarte 1929!) genügt, bei günstigen Bedingungen für Falterflug, Eiablage usw. starken Fraß herbeizuführen.

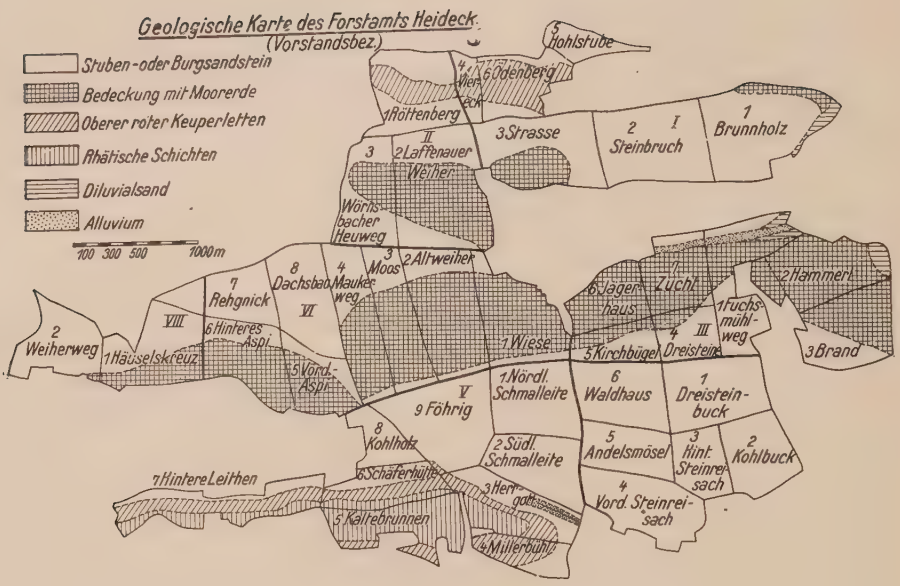


Abb. 7.

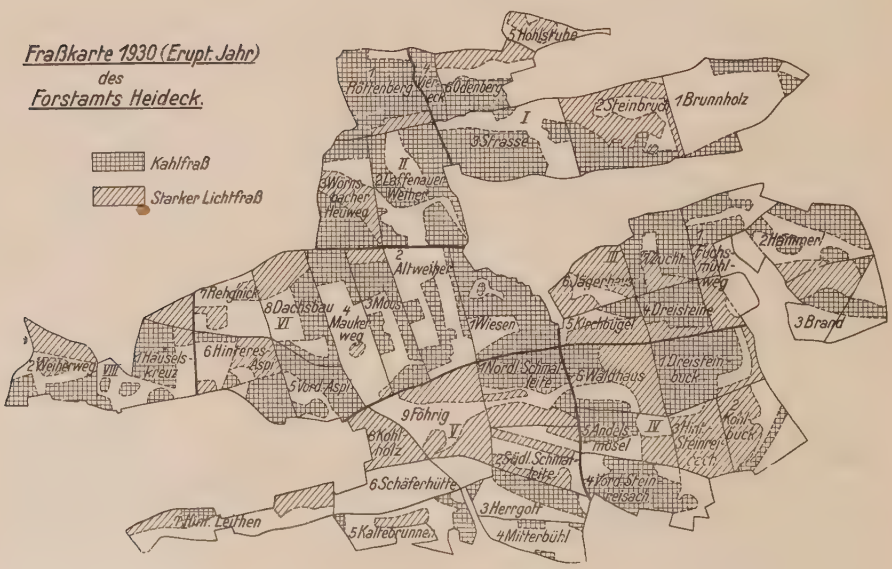


Abb. 8.

Schließt man nun von der im Frühjahr des Eruptionsjahres in Beständen des Typs 2 gefundenen geringen Puppenzahl auf die Raupenzahl des Vor-(Prodromal-)Jahres, so ist von dem Fraß dieser wenigen Raupen

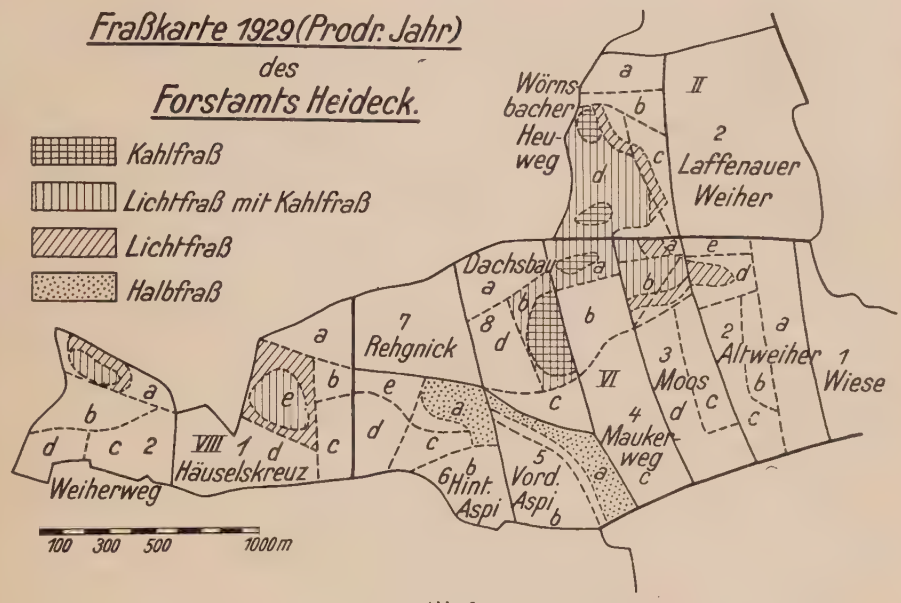


Abb. 9.

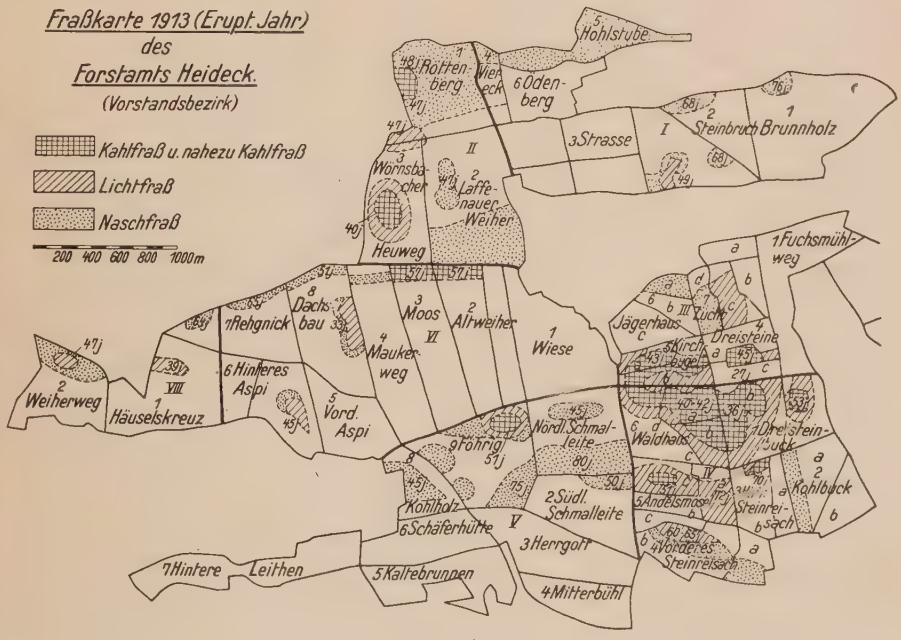


Abb. 10.

im Prodromaljahr — es dürften auch viel mehr Raupen pro Stamm angenommen werden — natürlich nichts zu bemerken. Wenn Lehner und Berwig sagen (S. 420), daß die Bestände in „Theerofen-Süd“ trotz ihrer

leichten Bodendecke restlos verschont geblieben seien (im Prodromaljahr), so möchte ich für das „trotz“ ein „weil“ setzen: weil die Bestände dem Typ 2 angehörten, blieben sie im Prodromaljahr verschont.

Bei diesen zunächst in der Regel „herdartig“ auftretenden stärkeren Beschädigungen und den gewaltigen Ausmaßen, die der Fraß im nächsten Jahr, dem der Eruption, annimmt, ist es verständlich, daß man vielfach (Conrad) eine Ausbreitung des Insektes von solchen Zentren aus angenommen hat.

Nach dem bisher Gesagten muß diese Herdtheorie abgelehnt werden und ein vergleichender Blick auf die Fraßkarten der Jahre 1929 und 1930 bestärkt mich in der Auffassung, daß es unmöglich ist, daß die, wenn auch große Falterzahl aus den Puppen der Fraßgebiete von 1929 eine derartige Überflutung des ganzen Bezirkes im Jahre 1930 herbeiführen konnte. Vergleiche auch Berwig (1) S. 259 und Wolff und Krauße (nach Sachtleben S. 46)!

Klimatische Verhältnisse sind wohl in der Hauptsache wirksam bei der Auslösung einer Massenvermehrung (Berwig [1]). Verschiedenheiten der Bodendecke und etaphische Faktoren modifizieren im Prodromaljahr ihre Stärke.

IV. Schlüpfen der Falter.

1. Abhängigkeit von meteorologischen Elementen.

Der Verlauf des Schlüpfens der Falter sollte zunächst durch Vergleich der leeren Hüllen mit den gesunden Puppen von möglichst oft vorzunehmenden Probesammlungen beobachtet werden; doch ließ sich diese Methode praktisch nicht durchführen.

Zum Zwecke der Untersuchung dieser Frage zimmerte ich mir aus Brettern Kästen ohne Boden, bestehend aus einem Holzrahmen (von der Größe 1/0,5 m und einer Höhe von ungefähr 20 cm) und einem leicht abhebbaren Deckel (Holzrahmen mit darüber gespanntem Fliegengitter. Für jeden der drei Versuchsbestände baute ich mir einen Kasten.

Am 3. April wurden die Kästen ausgelegt, so zwar, daß die untere Kante auf dem mineralischen Boden auflag, wodurch ein seitliches Entweichen der geschlüpften Falter verhindert werden sollte. Die Lage wurde so gewählt, daß die vom Kasten eingeschlossene Streufläche den durchschnittlichen Bestandsverhältnissen entsprach. Am 3. April, einem kühlen Tage mit hoher Luftfeuchtigkeit, ließ ich in den drei Beständen Puppen sammeln, die ich sofort in die Kästen einsetzte, wobei die Lage der Puppen an den Fundorten maßgebend war für die Höhe der Bedeckung bezw. die Tiefe ihrer Einbettung. Ich setzte nur gesunde Puppen ein; die auf der Kastenfläche schon ursprünglich vorhandenen Puppen wurden berücksichtigt. Die Kenntnis der Zahl der im Kasten befindlichen Puppen ermöglichte späterhin die jeweilige Berechnung des Prozentsatzes geschlüpfter Falter. So befanden sich im Kasten 1 n 84, 1 b 65 und 2 58 Puppen (geschlüpft sind 90, 67, 37).

Durch mehrmalige Messungen habe ich festgestellt, daß die mikroklimatischen Verhältnisse innerhalb und außerhalb der Kästen nicht differierten. Bei der Abendmessung wurden die geschlüpften Falter herausgenommen und gezählt.

Die Ergebnisse der Kastenversuche sind in folgenden Abbildungen 11 dargestellt, aus der alle Einzelheiten zu entnehmen sind. Da sämtliche Falter in den frühen Morgenstunden oder nachts schlüpften, wurde

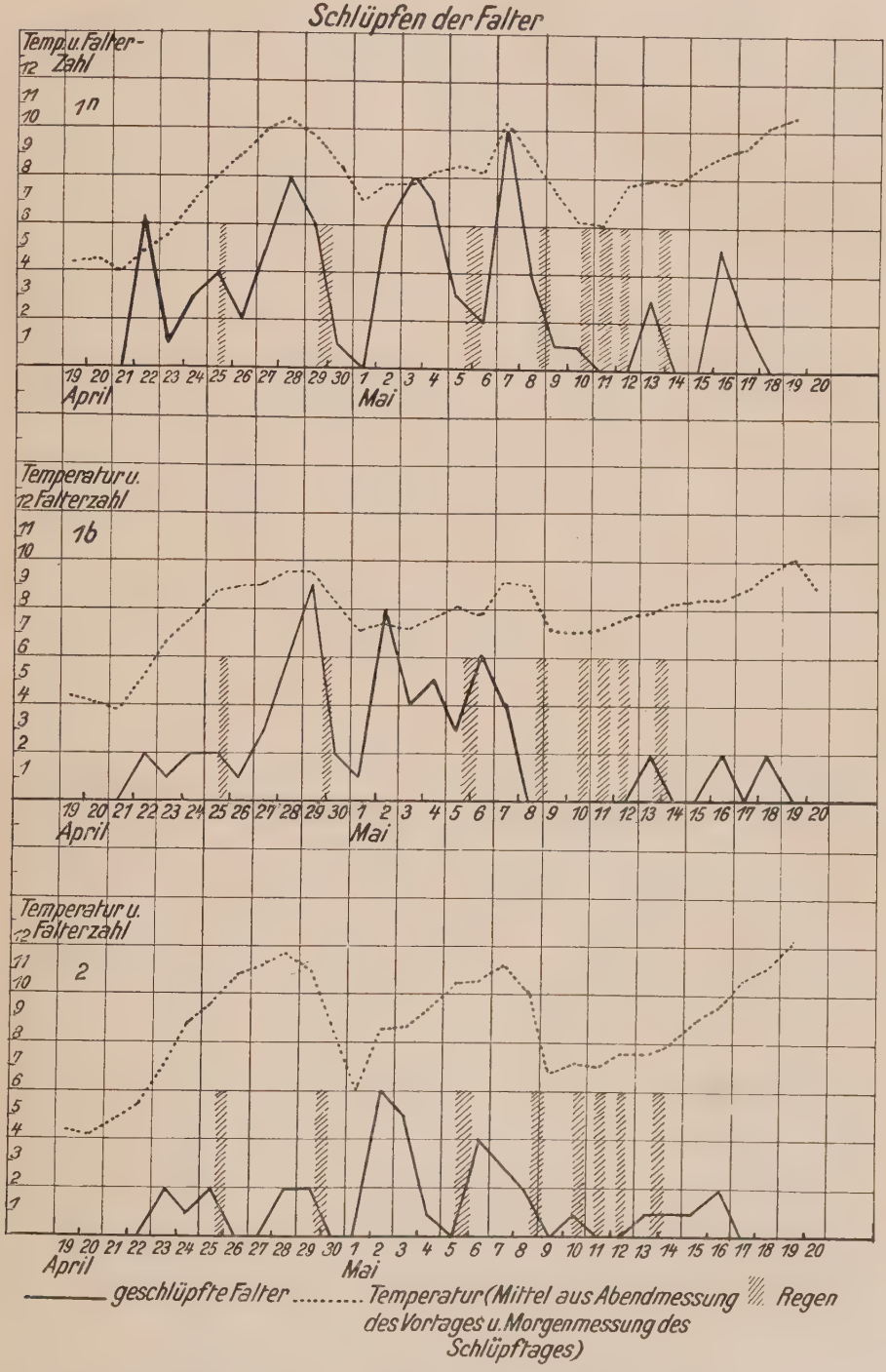


Abb. 11.

1n. obere unzersetzte Streuschicht = 6,4 cm, Rohhumus = 2,4 cm; Boden: Sand.
1b: „ „ „ = 4,8 cm, Rohhumus = 6,2 cm; Boden: Sand, stellenweise anmoorig.
2: „ „ „ = 2 cm, Humus = 2 cm; Boden: Sand.

für die graphische Darstellung aus Morgenmessung des Schlüpftages und Abendmessung des vorhergehenden Tages ein Mittel errechnet. Da ein Regenmesser nicht zur Verfügung stand, sind die Regenmengen durch stärkere oder schwächere Striche gekennzeichnet.

Ich möchte nach dem Verlauf der Kurven eine Abhängigkeit des Schlüpfaktes von der Temperatur und von den Niederschlägen nicht ablehnen; denn die Kurven stimmen durchwegs namentlich in 1 n, aber auch in wesentlichen Punkten der anderen beiden Abbildungen sehr gut überein.

Jedenfalls enthalten die Abbildungen mehr Punkte, die für eine Abhängigkeit des Schlüpfvorganges von Temperatur und Niederschlag sprechen, als solche, die daran zweifeln lassen und für die möglicherweise individuelle Unterschiede der Puppen bezw. Falter herangezogen werden müssen.

Die Kurven besagen im großen und ganzen: Hohe Temperaturen begünstigen, Niederschläge dagegen wirken hemmend auf den Schlüpfvorgang. Wie aus früher Gesagtem schon hervorgeht, umfassen die Kurven nicht die ganze Schlüpfperiode: erst am 3. April wurden die Kästen aufgestellt und die Puppen eingelegt; doch waren nur wenige Falter vor dem 3. April geschlüpft und bis zum 20. scheint das Schlüpfen im allgemeinen eine Unterbrechung erfahren zu haben: die allabendliche Beobachtung ließ keine Zunahme der Falter erkennen und das erste Gelege wurde erst am 23. April in 2 gefunden.

In Sachtlebens Monographie finden sich keine Angaben über die Abhängigkeit des Schlüpfaktes von klimatischen Faktoren. Auf S. 24 heißt es: „Der Einfluß der Temperatur auf das Schlüpfen der Falter wurde auf streuberechten Flächen öfters beobachtet." Judeich und Nitsche (nach Sachtleben S. 24) geben an, daß Puppen, die durch Streuentnahme der Frühlingswärme zugänglicher gemacht werden, ungefähr 8 Tage früher schlüpften.

Der Versuchsbestand 2 war nun zwar nicht frisch berecht; seine Streudecke war jedoch wesentlich dünner — was in den stärkeren Temperaturschwankungen zum Ausdruck kommt — als die der Bestände 1 n und 1 b, aus denen die Streu überhaupt noch nicht entfernt worden war.

Man möchte nun eigentlich annehmen, daß die oben angegebene Beobachtung (Sachtleben [1] S. 24) sich auch in den Versuchsbeständen hätte bestätigen müssen. Nach den mittels des Kastenversuchs gewonnenen Ergebnissen kann nicht angenommen werden, daß der Temperaturverlauf im Boden der Versuchsbestände der Fig. a von Abb. 2 entspricht. Die gleiche Dauer des Schlüpfens, ungefähr gleicher Beginn und gleiches Ende deuten vielmehr darauf hin, daß ein Ausgleich der Temperatursummen im Sinne der Fig. b (Abb. 2) stattfindet.

In den Kästen der Bestände 1 n und 1 b war der Prozentsatz geschl. Falter = 100. In 2 nur 64. Es ist nicht klar, worauf diese Erscheinung zurückzuführen ist, denn die eingesetzten Puppen wurden nach denselben Merkmalen als gesund erachtet wie in 1 n

und 1 b, so daß es nicht wahrscheinlich ist, daß so viele parasitiert gewesen sind. Die genaue Untersuchung der Streu im Kasten des Bestandes 2 nach Beendigung des Falterschlüpfens ergab 24 leere Hüllen, 8 vertrocknete (nicht mit Sicherheit festzustellen) und 2 von Ichneumonen verlassene, im April waren 58 eingesetzt worden. Auffällig ist allerdings der hohe Prozentsatz von vertrockneten oder durch andere Ursachen umgekommenen. Einigemale wurden vor und während des Schlüpfens im Versuchsbestand 2 Feuchtigkeitsgrade unter 100% (85%) gemessen. Längere Zeit hindurch bewegte die relative Feuchtigkeit sich jedoch nicht unter 100%, so daß ein so hoher Abgang durch Vertrocknung nicht angenommen werden kann. Möglicherweise kommen für die Vernichtung auch Elateriden und Helops in Betracht.

Schwerdtfeger (1) untersucht die Frage der Temperatur- und Niederschlagsabhängigkeit des Schlüpfaktes beim Spanner und kommt zu einer Verneinung. Offenbar um die Temperaturgegensätze graphisch klarer zum Ausdruck zu bringen, bedient er sich der Lufttemperaturen, die für die Puppen bezw. schlüpfenden Falter im Boden nicht maßgebend sind. Allerdings gibt die Tabelle für die 4 Tage vom 14. bis 17. Juni die gleichen Bodentemperaturen an, während die Falterkurve stark schwankt. Tatsächlich kann man nach dem Verlauf der Kurven bei Schwerdtfeger kaum eine Beeinflussung des Schlüpfvorganges durch Temperatur und Niederschlag annehmen. Möglicherweise läßt sich eine Beeinflussung des Schlüpfvorganges durch klimatische Faktoren bei der Eule besser beobachten wegen der stärkeren Temperaturschwankungen in der früheren Jahreszeit.

2. Zahlenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen.

Leider wurde versäumt, über das Zahlenverhältnis von Männchen und Weibchen und eventuelle zeitliche Unterschiede im Schlüpfen der Geschlechter bei geschildertem Versuche rechtzeitig Beobachtungen zu machen. Nur ein paarmal habe ich mir Notizen gemacht: so waren am 7. Mai unter 10 in 1 n geschlüpften Faltern 6 ♀♀, unter 4 in 2 geschlüpften 3 ♀♀; am 13. unter 2 in 1 b geschlüpften 1 ♀, 3 in 1 n geschlüpften 2 ♀♀ und in 2 1 ♀ allein; am 14. in 2 1 ♂, am 15. in 2 1 ♀, am 16. in 1 b 2 ♀♀, in 1 n unter 5 Faltern 4 ♀♀; am 18. in 1 b 1 ♂ und 1 ♀. Das deutet darauf hin, daß entweder überhaupt die ♀♀ in der Überzahl vorhanden waren oder daß die ♀♀ später schlüpften als die ♂♂. Nun ist aus Literaturangaben zu entnehmen (Sachtleben [2] S. 25), daß das Geschlechterverhältnis bei der Kieferneule 1:1 ist. Es muß daher angenommen werden, daß die ♀♀ später erschienen.

3. Verschiedene Beobachtungen.

Am Tage, auch bei warmem Wetter, konnte ich die Schmetterlinge an den Stämmen — meist auf der der Windrichtung abgekehrten Seite — in verschiedener Höhe beobachten; schüttelte man Bäume, so fielen mehr oder weniger Falter herab, die meist ruhig im Moos sitzen blieben und erst lebendig wurden, wenn die Ameisen ihnen auf den Leib rückten. Die zahlreichen Falter, die in den Morgenstunden namentlich am untersten Teil der Stämme saßen (es waren wohl immer frisch ausgeschlüpfte Exemplare), waren bis zum Mittag in die Kronen geflogen. Ein stärkeres Schwärmen konnte auch bei warmem Wetter während des Tages nie beobachtet werden.

In Abteilung V 9a Föhrig beobachtete ich an einem Maivormittage bei etwa 20° C Ameisen (*Formica rufa* L.), die in der Hauptsache Eulenfalter oder Teile von solchen zu ihrem Haufen schleppten, der etwa 1,50 m Durchmesser und 0,5 m Höhe hatte. $^1/_8$ der Peripherie wurde in $^1/_2$ Stunde von zahlreichen Arbeitern passiert, die mit Leibern mit und ohne Kopf, mit Köpfen und Flügeln von Faltern beladen waren. Ich zählte: 1 Leib mit Kopf, 8 Leiber ohne Kopf, 5 Köpfe und 1 Flügel mit Kopf; das gibt 9 Falter. Daraus läßt sich die Stundenmenge errechnen, die die Bewohner des Haufens zusammentrugen: $9 \times 2 \times 8 = 150$ Falter.

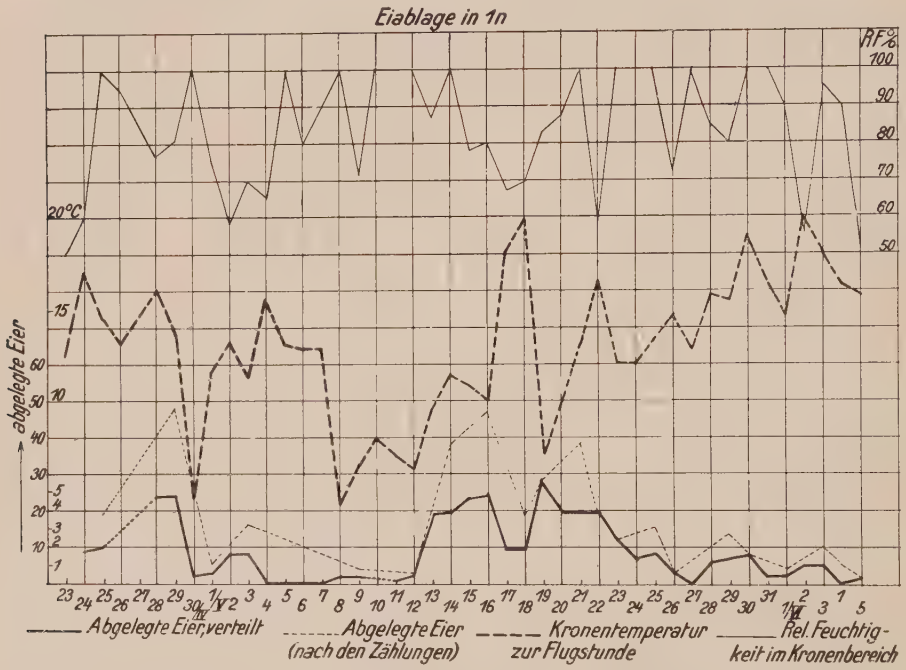


Abb. 12.
Gesunde Puppen pro Quadratmeter: 17 (März 1930); Nadelmasse der markierten Äste: 17000, Eizahl pro 1000 Nadeln: 30.

V. Flug- und Eiablage.

1. Abhängigkeit von meteorologischen Einflüssen.

An jedem der 3×3 Versuchsbäume wurden einige Äste markiert; die Nadeln, soweit es das Wetter erlaubte, täglich einer genauen Kontrolle unterzogen. Jede Nadel, die ein neues Gelege trug, wurde mit einem Tupfen weißer Ölfarbe versehen.

Die Untersuchung war so zeitraubend, daß die Kontrolle auf je einen Baum der drei Beobachtungsorte beschränkt werden mußte. Das Wetter und andere Gründe hinderten mich bisweilen, die Zählungen durchzuführen, so daß nebenstehende Diagramme (Abb. 12, 13, 14) keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit im einzelnen erheben können. Die Übereinstimmung der für die drei Bestände getrennt wiedergegebenen Diagramme im Termin des Beginnes, des Höhepunktes, des Abklingens und in wesentlichen Schwankungen ist ein Fingerzeig dafür, daß die Beobachtungen die Abwicklung der Eiablage im

großen richtig widerspiegeln. Die Eierkurve ist jeweils 2mal eingezeichnet, die dünn gestrichelte Linie gibt das Ergebnis der Zählungen wieder (die jeweils festgestellten Eizahlen wurden 1 Tag zurückdatiert); die stark ausgezogene Linie stellt die „verteilten" Eizahlen dar; so wurden z. B. die am 26. Mai in 1b gefundenen frischen Eier zu gleichen Teilen auf den 25. und 24. verteilt.

Die Betrachtung der Diagramme zeigt einen gewissen Einfluß der Temperatur. Die starken Temperaturschwankungen vom 23. April bis etwa 10. Mai haben auf die Eiablage wenig Einfluß; deutlich spiegelt

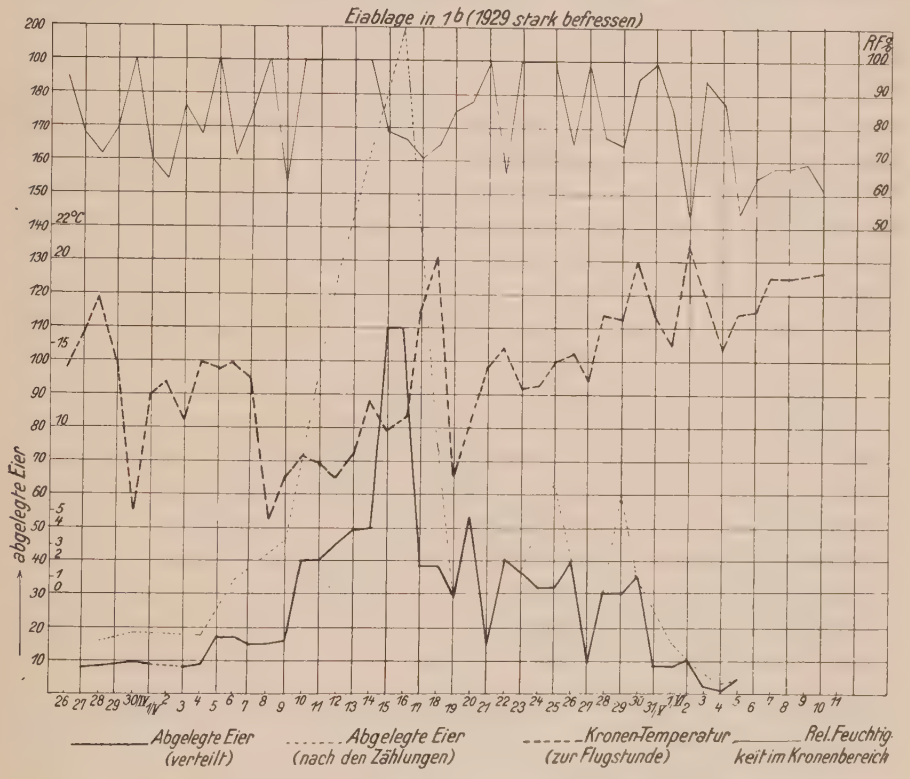


Abb. 13. Gesunde Puppen pro qm: 17 (März 1930); Nadelmasse der markierten Äste: ∼ 30000, Eizahl pro 1000 Nadeln: 43.

sich der Temperatursturz vom 20. und 30. April nur im Diagramm von 1n. Der Falterflug nahm allmählich zu, häufig nasses Wetter scheint jedoch die Eiablage aufgehalten zu haben. Vom 10. bis 16. Mai steigt die Eizahl konstant, die Temperaturkurven zeigen leichte Schwankungen. Übereinstimmend zeigen die graphischen Darstellungen um den 16. Mai den Höhepunkt der Eiablage, bei 10° bis 13°C und 65 bis 75% r. F. Eine bessere Übereinstimmung von Temperatur und Eikurven zeigt der weitere Abschnitt, deutlich sichtbar namentlich in 1b. Auffällig ist ein starkes Sinken der Eierkurve fast immer, wenn die relative Feuchtigkeit auf 100% steigt. Gut sichtbar ist diese Erscheinung namentlich im absteigenden Teil der Diagramme etwa vom 20. Mai ab.

Tabelle 6.

Ergebnisse der Kontrolle der Eiablage und des Schlüpfens der Räupchen.

Monat	Tag	1n B_1[1]) Eier neu	1n B_1 Eier im ganzen	1n B_1 geschlüpfte	1b B_1 Eier neu	1b B_1 Eier im ganzen	1b B_1 geschlüpfte	2 B_1 Eier neu	2 B_1 Eier im ganzen	2 B_1 geschlüpfte
April	24.	—	—	—	—	—	—	8	8	—
	25.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.	19	19	—	—	—	—	—	—	—
	27.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28.									
	29.	—	—	—	16	16	—	14	14	—
	30.	48	48	—	—	—	—	28	51	—
Mai	1.				18	24				
	2.	5	5	—				11	11	—
	3.									
	4.	16	16	—				7	13	—
	5.	—	5	—	17	37	—	21	23	—
	6.									
	7.	—	20	—	34	51	—	81	84	7
	8.									
	9.									
	10.	4	11	8	46	104	—			
	11.									
	12.									
	13.	3	4	1	125	142	5	58	71	4
	14.									
	15.	38	48	10	99	117	—			
	16.							90	143	12
	17.	47	58	28	220	314	—	160	192	6
	18.									
	19.	18	24	19	76	122	26	129	166	38
	20.	28	38	14	29	73	—	85	116	18
		—	296	80	—	1000	31	—	892	85

Monat	Tag	1n B_1 Eier neu	1n B_1 Eier im ganzen	1n B_1 geschlüpfte	1b B_1 Eier neu	1b B_1 Eier im ganzen	1b B_1 geschlüpfte	2 B_1 Eier neu	2 B_1 Eier im ganzen	2 B_1 geschlüpfte
Mai	21.				52	107	11			
	22.	38	38	—	15	33	10	13	20	43
	23.	19	19	4	40	46	—	53	57	20
	24.	12	18	10	37	40	16	58	90	39
	25.									
	26.	15	27	5	64	76	18	105	120	14
	27.	3	3	15	39	53	7	69	86	24
	28.	—	—	13	9	9	46	37	53	17
	29.									
	30.	13	13	8	60	73	93	39	59	56
	31.	8	23	43	35	48	128			
Juni	1.							6	26	165
	2.	4	14	45	16	21	269	11	26	121
	3.				10	16	135	22	27	103
	4.	10	10	77				3	31	68
	5.	—	22	49	3	8	80	—	20	53
	6.	1	9	22	4	13	53	3	19	73
	7.									
	8.									
	9.									
	10.	—	6	41	—	10	180	—	—	160
	11.									
	12.									
	13.	—	8	15	—	18	46	—	19	63
	14.									
	15.									
	16.									
	17.	—	2	2	—	—	13	—	—	15
		—	212	349	—	571	1105	—	653	1034
		—	296	80	—	1000	31	—	892	85
		—	508	429	—	1571	1136	—	1545	1119

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Kurve der Eiablage im wesentlichen ein Abbild der Falterschlüpfkurve ist. Temperatur und Feuchtigkeit vermögen sie zu modifizieren. Namentlich übt sehr hohe relative Luftfeuchtigkeit hemmenden Einfluß auf die Eiablage. Die Grenzwerte der beeinflussenden meteorologischen Elemente sind im Frei-

[1]) B_1 = Baum Nr. 1.

landversuch schwierig zu ermitteln, da innerhalb einer Legeperiode diese Grenzen ja überhaupt nicht einzutreten brauchen. Ein paarmal sank die Temperatur auf ungefähr 5°, einmal sogar auf 4,3°; die Falter flogen, die Eiablage war gering. Vielleicht ist aber dabei die hohe Luftfeuchtigkeit das hemmende Moment.

Teilweise anderer Meinung ist K. Eckstein. Er sagt (1), S. 316: „Die folgenden Beobachtungen zeigen, daß die Eule verhältnismäßig wenig Wärme braucht, um zum Schwärmen in der Dämmerung veranlaßt zu werden, daß sie unempfindlich ist gegen Regen, der sie bei der Eiablage und Kopula nicht stört, ferner, daß die Schwankungen

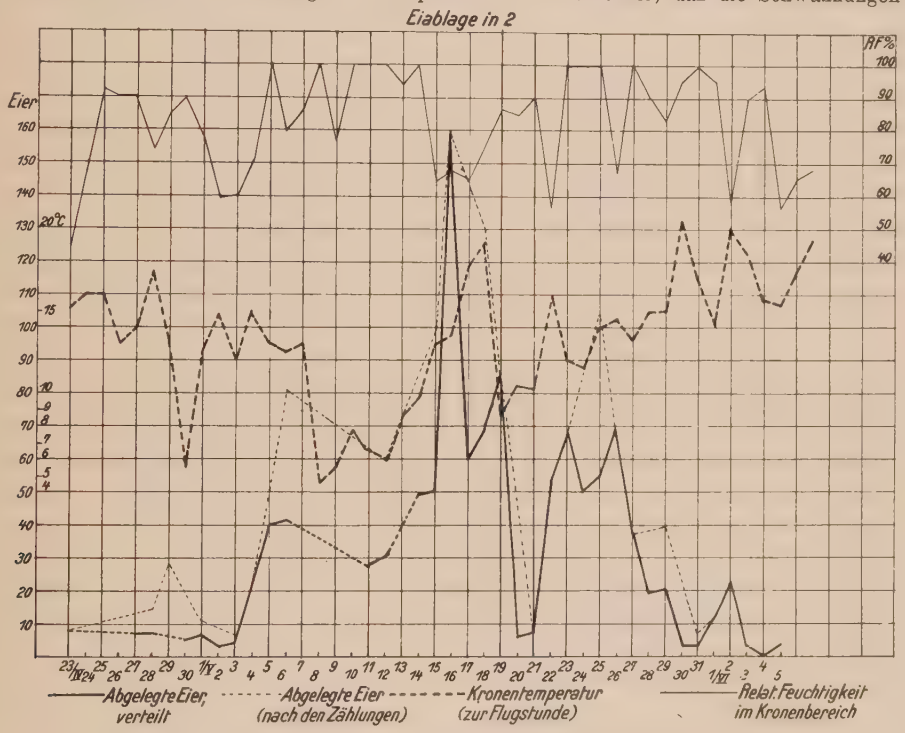


Abb. 14. Gesunde Puppen pro qm ?; Nadelmasse der markierten Äste: ∼ 62500, Eizahl pro 1000 Nadeln: 25.

hinsichtlich der Dauer des Eizustandes in hohem Maße von der Temperatur abhängig sind." Vielleicht ist seine andere Auffassung bezüglich des Einflusses der Feuchtigkeit auf die Eiablage darauf zurückzuführen, daß die Beobachtungen im Freilandzwinger gemacht wurden.

Sachtleben (1) gibt auf S. 22 und 23 eine Übersicht von Beobachtungen über die Dauer des Fluges und unter Berücksichtigung aller dieser Angaben als Zeitspanne „innerhalb deren die Flugzeit der Forleule stattfinden kann" Mitte März bis Anfang Juni an. Der konkrete Fall Heideck 1930 deckt sich mit dieser durch äußerste Termine begrenzten Zeitspanne: die ersten Falter beobachtete ich in Abt. I 6 Ödenberg am 25. März auf dem Schnepfenstrich, das erste Gelege fand ich am 7. Mai in 2, der letzte lebende Falter wurde beim Fällen eines Probestammes am 14. Juni

in 2, die letzten frischen Gelege am 6. Juni gefunden. Die meisten Falter schlüpften um den 3. Mai, Ende Mai erreichte die Eiablage ihren Höhepunkt, um bis Anfang Juni allmählich abzuklingen. Genaueres geht aus Tabelle 6 und graphischen Darstellungen hervor.

Aus Eiablagekurven kann man bis zu einem gewissen Grade auch den Einfluß des Wetters auf den Flug erkennen. Im großen und ganzen ist die Zahl der abgelegten Eier ein Gradmesser der Flugstärke. Nicht immer: lange bevor ich das erste Eigelege fand, konnte ich auch in meinen Versuchsbeständen schwärmende Falter beobachten, am 22. April setzte in den Kästen das Schlüpfen ein, bis 30. April sind in 1n und 1b ungefähr 43 % geschlüpft und noch konnte kein Gelege gefunden werden.

An dieser Stelle möge noch eine Beobachtung erwähnt werden: am 12. Mai, als ich meine Abendmessungen durchführen wollte, verfinsterte sich gegen 19 Uhr der Himmel: eine schwere Hagelwolke zog heran. In diesen Tagen begann normalerweise das Schwärmen der Falter um 19,45 Uhr; an genanntem Tage begannen die Falter bereits um 19 Uhr ihren Flug; eine große Anzahl von Faltern umflog bereits die Kronen, als der Sturm losbrach. Der heftige Hagelschauer vertrieb die Tiere rasch wieder, sodaß, als es wieder ganz hell geworden war, kein schwärmender Falter mehr zu sehen war. Erst um 19,45 Uhr, bei Eintritt der „wirklichen" Dämmerung, begann der Flug wieder, der bald seine alte Stärke erreicht hatte. Offenbar war das verfrühte Einsetzen eine Folge der Verfinsterung.

Öfters konnte ich von meinen Kanzeln aus kopulierende Falter beobachten. Der eine Falter, jedenfals das Weibchen, saß, die Flügel bewegend, an einem Zweig, einer Nadel oder lief auch unruhig daran herum. Sobald der Partner die entsprechende Stellung eingenommen hatte, verharrte das Pärchen in seiner Lage und blieb unbeweglich, solange das schwindende Licht die Beobachtung erlaubte.

2. Verteilung der Eier über die Krone und Befallsstärke der drei Versuchsbestände.

Zunächst möge ein Versuch Erwähnung finden: Von am 20. Mai gefällten Probestämmen in 1n und 2 ließ ich die Nadeln abzupfen. (Es handelte sich um Mittelstämme.)

Zu diesem Zwecke wurden die Kronen in drei gleichlange Stücke zerlegt, und die Nadeln dieser Stücke getrennt gesammelt. Durch Wiegen der so gewonnenen Nadelmassen und Division des auf einer Apothekerwage ermittelten Gewichtes von je 1000 Nadeln in die Gesamtmasse konnte die Nadelzahl festgestellt werden. (Beim Sammeln der Nadeln des Probestammes in 1n unterlief allerdings den Arbeiterinnen der Fehler, daß sie die Nadeln eines gleichzeitig gefällten unterdrückten Stämmchens, auch getrennt nach Gipfelstück, Mittel- und Unterstück, mitsammelten. Die Gesamtnadelmasse berechnete sich auf 65000; die Zahl von 50000 Nadeln für den Mittelstamm dürfte daher nicht zu niedrig gegriffen sein.)

Bei der Fällung der Probestämme wurde auch die Eizahl festgestellt, ebenfalls nach den drei Abschnitten getrennt. Gefunden wurden

		Eier	Nadeln	
In 2	Gipfel	1007	145 000	
	Mitte	2143	320 000	
	Unterstück	1069	121 000	
In 1n	Gipfel	296	40 000	
	Mitte	318	10 000	
	Unterstück	293	15 000	
In 1b	Gipfel	437		Die Nadelmasse wurde hier nicht ermittelt, sie nahm von oben nach unten stark ab.
	Mitte	369		
	Unterstück	44		

Die Resultate in 2 und 1b weisen darauf hin, daß die verschiedenen Kronenzonen relativ gleich stark belegt werden, daß die Eizahlen innerhalb einer Krone proportional der Nadelmasse sind.

Durch Vergleich konnte nun die Nadelzahl an den markierten Ästen der Versuchsbäume, deren Kronenausmaße (Mittelstämme!) denen der gefällten Probestämme ungefähr entsprachen, ermittelt werden. Der von den Kanzeln aus übersehbare Teil der Versuchsbäume (markierte Äste) wurde geschätzt. Die von Herrn Forstwart Nörr und mir vorgenommenen Schätzungen stimmten gut überein. So nahmen die markierten Äste ein:

von B_1[1]) in 1n . . . . . $^1/_3$ der Krone = 17 000 Nadeln
von B_1 in 1b . . . . . $^1/_5$ „ „ = 30 000 „
von B_1 in 2 . . . . . $^1/_8$ „ „ = 62 500 „ *

* (bei etwas geringerer Kronengröße im Vergleich zu dem gefällten Mittelstamm).

(In 1b wurde die Nadelzahl des gefällten Probestammes nicht durch Zählen festgestellt. Normalerweise hätte vielleicht ein Mittelstamm 300 000 Nadeln haben müssen. Der Bestand war 1929 sehr stark befressen worden, nur die oberen Kronenteile hatten noch schätzungsweise die Hälfte der normalen Nadelmasse, während untere Kronenpartien fast kahl waren. Die Nadelzahl der markierten Äste betrug demnach ungefähr $^1/_5 \times {}^1/_2 \times 300\,000 = 30\,000$.)

Die Zahl der bis zum Ende der Eiablage an den markierten Ästen der Versuchsbäume festgestellten Eizahlen beliefen sich auf:

B_1 in 1n . . 505 Eier; auf tausend Nadeln treffen demnach 30 Eier
B_1 in 1b . . 1273 „ ; „ „ „ „ „ 43 „
B_1 in 2 . . 1581 „ ; „ „ „ „ „ 25 „

1n und 2 weichen nicht sehr stark voneinander ab; den stärksten Belag zeigt 1b, wo den Schmetterlingen bedeutend weniger Nadeln zur Verfügung standen. Häufig fand ich hier Gelege an braunen Nadelstümpfen.

Berechnet man die Eizahlen pro 1000 Nadeln für die am 20. Mai gefällten Probestämme von 1n und 2, so ergeben sich, wenn man für den Mittelstamm in 1n 50000 Nadeln annimmt:

1n . . 14,4 Eier } (die für die Versuchsstämme an jenem Tage ermittelte Eizahl
2 . . . 7,2 Eier } stimmt gut mit den an den Probestämmen gefundenen überein).

Am Ende der Eiablage (am 13. Juni) betrug (siehe oben) die Eizahl pro 1000 Nadeln in

1n . . . . 30, in 2 . . . . 25.

[1]) Jedesmal B_1 = Baum Nr. 1.

Man kann daraus entnehmen, daß zu Beginn der Flugzeit sich die geringere Falterzahl in 2 (Streutyp!) auswirkt; gegen Ende scheint sich ein Ausgleich zu vollziehen.

Zum Vergleich der Unterschiede des Puppenbelages diene eine Probesammlung vom 24. Mai, ausgeführt jeweils auf 10 qm (2 Probeflächen)

1n . . . 166 Hüllen, 9 lebendige Puppen, zusammen = 175; also 17,5 gesunde P/qm
2 . . . 20 Hüllen, 7 lebendige Puppen, zusammen = 27; also 2,7 gesunde P/qm.

Die Eier werden also gleichmäßig über die Krone verteilt abgelegt (Nadelzahl und Eizahl entsprechen einander ungefähr). Am Ende des Falterfluges verwischen sich die Unterschiede, die in den Beständen verschiedener Streutypen anfänglich hinsichtlich der Eibelagstärke als Folge des verschiedenen Puppenbelages bestanden: es scheint, daß bei einem so massenhaften Auftreten der Falter diese die Grenzen der Bestände, in denen sie auskamen, überfliegen und ihre Eier teilweise in benachbarten Beständen ablegen. Auf dieses Problem wird jedoch weiter unten noch näher eingegangen werden.

3. Zur Frage des Zusammenhanges zwischen Bestandsalter und Befallsstärke, „Bevorzugung" von Stangenhölzern.

An dieser Stelle möge auch auf die Frage des Zusammenhanges zwischen Alter des Bestandes und Stärke des Befalls durch die schwärmenden Falter eingegangen werden. Ich dachte daran, daß vielleicht die Kenntnis des Verhältnisses der Nadelmassen im Alt- und Stangenholz von Bedeutung sein könnte für die Erklärung der „Bevorzugung" von Stangenhölzern.

Bevorzugung setzt ein aktives Aufsuchen dieser Altersklassen durch Raupe oder Falter voraus. Wie kam man zur Annahme einer Bevorzugung? Das Stangenholz wurde zuerst kahl gefressen, zum mindesten stärker beschädigt als das Altholz. Das ist die häufig beobachtete Erscheinung, die verschieden gedeutet werden kann; die Bevorzugung ist eine Deutung, die ich nach den bisherigen Ergebnissen ablehnen muß.

Die für die Puppen im Stangenholz günstigeren Verhältnisse (Streutyp!) wurden weiter oben eingehend behandelt; damit kann man die Frage schon erklären: im Prodromaljahr sind im Stangenholz bereits mehr Puppen und dementsprechend mehr Falter und Eier vorhanden, so daß bei gleicher Nadelmasse von Alt- und Stangenholz letzteres eher die Spuren des Fraßes zeigen wird. Nun wäre aber auch denkbar, daß, wenigstens zum Teil, der Unterschied auf verschieden große Nadelmassen im Alt- und Stangenholz zurückzuführen sei. Angenommen, es seien in einem Altholz ebensoviele Puppen wie in einem Stangenholz, die Eiablage sei gleich stark und die Raupenzahl dieselbe, so würde der Bestand mit kleinerer Nadelmasse eher kahl gefressen werden.

Die Probestammfällung mit anschließender Nadelzählung sollte auch diese Frage klären helfen.

1n: Durch Auszählen der Stämme auf je 1 a (auf mehreren getrennt voneinander liegenden Flächen ausgeführt) ergab sich eine Stammzahl von etwa 65 je Ar. Auf dem Hektar stehen demnach ca. 6500 Stämmchen. Nimmt man als Nadelzahl für den Mittelstamm 50000 an, so ergibt sich als Nadelzahl pro Hektar $6500 \times 50000 = 325000000$.

2: Nach den Angaben im Forsteinrichtungswerk über die Stammzahl in mit 2 ungefähr gleichaltrigen Beständen errechnet sich eine durchschnittliche Stammzahl von 750 pro Hektar. Die Nadelzahl pro Hektar beträgt demnach: $750 \times 585000 = 438750000$.

325 000 000 Nadeln im Stangenholz stehen demnach 438000000 im Altholz gegenüber. Die Zahlen verhalten sich wie 1 : 1,3. Demnach wäre die Nadelmasse des Altholzes um $^1/_3$ größer.

Diese Feststellung bedarf jedoch der Nachprüfung durch öftere Wiederholung in verschiedenen Gebieten. Liegen die Verhältnisse tatsächlich so, dann wäre damit eine zweite Ursache für die im Prodromaljahr beobachtete Erscheinung der „Bevorzugung", richtig ausgedrückt: des rascheren Nadelverlustes der Stangenhölzer, gefunden.

Ich konnte nicht beobachten, daß Bestandsränder weniger stark befallen werden, im Gegenteil, am Westrand eines an die Flur angrenzenden Privatwäldchens, an dem mich mein Weg täglich vorbeiführte, konnte ich die Falter in geradezu ungeheuerlichen Massen schwärmen sehen und sehr bald waren die starken Randbäume wie der ganze übrige Bestand völlig kahl gefressen. Abt. Jägerhaus ist ein Fo × Fi-Mischbestand, nach Westen offen. Auch die randständigen Fohren waren ebensobald kahl als die im Bestandsinnern. In keinem Falle ist mir ein Bestandsrand aufgefallen, der weniger geschädigt gewesen wäre, als die Bäume im Bestand. Nach Hausendorfs Beobachtungen (zitiert nach Sachtleben [1]), sind freistehende Bestandsränder zum Teil grün geblieben, oder doch weniger stark befressen worden; Sachtleben (1) hat die gleichen Beobachtungen an den Randbäumen breiter Schneisen oder durch den Bestand führender Chausseen gemacht.

Derartige, den oben angeführten Beobachtungen widersprechende Literaturangaben beziehen sich wohl immer auf Beobachtungen im Prodromaljahr.

VI. Zur Frage des Überfluges.

Noch eine wichtige Frage, die des Überfluges, möge hier gestreift werden. Der Begriff des „Überfliegens" ist außerordentlich weit. Man spricht von Überflug, wenn es sich um Zuwanderung von Faltermassen aus weiter entfernten Revieren handelt (Sachtleben [1] S. 27) man nennt es Überflug, wenn Falter von einem Bestand über eine, Schneise in einen anderen fliegen oder gar, wenn sie, aus einem unberechten Bestandsteil stammend, auch berechte Teile des gleichen Bestandes befliegen. (Wolff und Krausse, nach Sachtleben [1] S. 30.)

Die Frage des Überfliegens „im Kleinen" wurde naher untersucht.[1])

Die Untersuchung wurde durch Vergleich des im März gesammelten Puppenmaterials und der in der letzten Maiwoche anläßlich des Probe-

[1]) Nach Sachtleben (1) S. 27 haben sich Beobachtungen von Überflügen aus weiter entfernten Revieren (Überfliegen „im Großen") immer als Täuschung erwiesen.

Tabelle 7.
Bezirk Heideck.

Bestand	Bestandsalter	1 Baumzahl pro ha	2 Standraum eines Baumes in qm	3 Gesunde Puppen pro qm März 1930	4 Eizahl Ende Mai Probestamm 1	5 Eizahl Ende Mai Probestamm 2	6 Mittel aus beiden $\left(\frac{4+5}{2}\right)$	7 Zahl der auf den Stamm treffenden ♀♀ $\left(\frac{2\times3}{2}\right)$	8 Von 1 ♀ abgelegte Eizahl $\left(\frac{6}{7}\right)$
V 1a Nördl. Schmalleite S-Teil . .	35	4500	2,2	9,0	1643	—	—	10,0	164
1a¹ Nördl. Schmalleite W-Teil . .	60	1500	6,5	2,0	4556	—	—	6,5	700
2a Südl. Schmalleite S-Hang . .	67	1500	6,5	0,2	2263	—	—	0,65	3482
2b Südl. Schmalleite O-Teil . .	127	500	20,0	0,0	4142	—	—	0,0	∞
2b¹ Südl. Schmalleite O-Teil . .	30	5000	2,0	3,0	1587	—	—	3,0	529
8 Kohlholz Mitte .	62	1500	6,5	2,0	2648	—	—	6,5	408
9c Föhrig O-Teil .	93	700	1,5	6,0	2376	4038	3207	45,0	71
VI 2d Altweiher südl. des Weges . .	35	4500	2,2	15,0	4136	—	—	16,5	250
2e Altweiher . .	74	1000	10,0	7,0	2101	—	—	35,0	60
3a Moos	72	1000	10,0	9,0	1988	—	—	45,0	45
4a Maukerweg . .	35	4000	2,5	1,0	940	1750	1345	1,25	1070
4b Maukerweg (NO-Teil)	25	6500	1,5	8,0	1803	—	—	6,0	300
5a Vord. Aspi SO-Teil	33	4500	2,2	9,0	3570	—	—	10,0	357
6a Hint. Aspi NO-Teil	40	3500	3,0	6,0	2610	—	—	9,0	290
7 Rehg. westl. Altholz	83	800	12,5	2,0	1000	—	—	12,5	80
8a Dachsbau . . .	70	1000	10,0	0,0	2661	2506	2583	0,0	∞
8b Dachsbau . . .	35	4500	2,2	2,0	1482	1553	1518	2,2	690
VII 1a Häuselskreuz .	80	800	12,5	9,0	2857	—	—	56,0	51
1e Häuselskreuz .	45	3500	3,0	4,0	1251	—	—	6,0	209
2a Weiherweg . .	64	1500	6,5	5,0	916	609	763	16,5	46

Addiert man sämtliche Eizahlen[1]) der Probestämme und dividiert man diese Stämme durch die Summe der auf sämtliche Probestämme treffenden Weibchen (bei 2 Probestämmen in einem Bestand wurde die Zahl der ♀♀ doppelt genommen), so erhält man als von einem Weibchen abgelegte Eizahl 118. Wird die Eizahl um 10 % erhöht, (10 % beim Zählen übersehen), so ergeben sich 130 Eier.

[1]) Dieser Berechnung sind die Zahlen einer die übrigen Bestände enthaltenden Tabelle mit zugrunde gelegt, die aus Raummangel hier nicht wiedergegeben werden kann.

stammfällens festgestellten Eizahlen durchgeführt in der Annahme, daß die verschieden hohen Puppenzahlen verschieden starken Eibelag der einzelnen Bestände bedingen müssen, wenn kein Überflug stattfindet. In Tabelle 7 sind die Zahlen zusammengestellt.

In mehreren Fällen steht nun einer sehr geringen Puppenzahl eine immerhin sehr beträchtliche Eizahl gegenüber. Das Mißverhältnis kommt drastisch zum Ausdruck in der in Rubrik 8 der Tabelle angegebenen, theoretisch von einem Weibchen jeweils abgelegten Eizahl.

Wenn sich diese Tatsache, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, öfters zeigt (Althölzer des Typs 2!), so heißt das, daß die Schmetterlinge, die in den puppenfreien Beständen Eier abgelegt haben, aus Nachbarbeständen herübergeflogen sind.

Meine Beobachtungen, die ich allabendlich während der Flugzeit machte, lassen mich an der Richtigkeit dieser Feststellung nicht zweifeln: öfters sah ich Falter von einem Bestand zu einem anderen über eine 60 m breite Wiese fliegen; niemals waren es Schwärme von Faltern, aber im Laufe einer gewissen Zeit mögen ziemlich viele hinüber und herüber geflogen sein, es war ein ganz lebhafter „Austauschverkehr". Ein paarmal habe ich Überhälter beobachtet, die in einer 3—4 m hohen Kultur standen. Die Kultur wurde nur schwach beflogen, sie ist auch schön grün geblieben; die 3 oder 4 Überhälter, die nahe beisammenstanden, wurden aber stark umschwärmt und während der Fraßperiode kahl gefressen. Die Falter aber kamen vom nächsten Föhrenbestand, der wohl 150 m entfernt lag. Deutlich konnte ich sie hin- und herfliegen sehen.

Es möge hier eine Stelle aus einem Bericht des Forstamtes Heideck vom 30. September 1930 angefügt werden, die scheinbar gegen diese eben entwickelte Überflugtheorie spricht: „Gegen den Überflug bezw. das Übergewehtwerden der Falter dürften die nachstehenden Feststellungen sprechen. Wie bereits angegeben, wurde in den Beständen XV 5d und XV 6b des Forstamtes Heideck 1928 bezw. 1929 Berechtigungsstreu angewiesen. Mit der Streu wurden seinerzeit die Eulenpuppen entfernt, die Bestände stehen heute grün inmitten lichtgefressener Umgebung. Die Unterschiede zwischen grünem, berechtem und lichtgefressenem, unberechtem Bestand zeigen sich auf eine Entfernung von wenigen Metern, d. h. die neben den berechten Flächen aus Puppen in der Streu der unberechten Flächen geschlüpften Eulenfalter haben nicht einmal die praktisch bedeutungslose Entfernung von einigen Baumreihen überschritten, um ihre Eier an die Nadeln der berechten Bestandsteile abzulegen. Wer die fraglichen Flächen in der Natur eingesehen hat, vermag an einen Überflug oder ein Übergewehtwerden — der berechte Teil von XV 6b liegt im Osten des unberechten Teils, da die Hauptwindrichtung W ist, hätte ein Übergewehtwerden mit Sicherheit erfolgen müssen! — kaum mehr zu glauben." (Die genannten Abteilungen liegen im Bezirk Röttenbach.)

Aber auch im Vorstandsbezirk waren im Herbst 1929 in den Abteilungen VI 3a Moos, 3b Moos, 8b Dachsbau und II 3d Wörnsbacher Heuweg Teilflächen berecht worden. Dazu berichtet das Forstamt am 29. Oktober 1930: „Das Forstamt hat im Herbst 1929 in mehreren 1929 bereits kahl gefressenen Stangenhölzern auf größeren Probeflächen die Streu entnommen. Zurzeit ist der Gesamteindruck der Bestände auf diesen streuberechten Flächen ein weit schlechterer wie in der streugeschonten Umgebung, die Verlichtung scheint hier stärker zu werden, die Wiederbegrünung macht einen wenig günstigen Eindruck wie im streugeschonten Bestand."

Es sei hier darauf verwiesen, daß nach den Ergebnissen der Probestammfälschungen (zwecks Feststellung der Eizahl) der Befall in Heideck bedeutend stärker gewesen sein muß als in Röttenbach. Es errechneten sich als pro Weibchen abgelegte Eizahl für Heideck 130 Stück, für Röttenbach 70 Stück! Es scheint also sehr auf die Faltermasse bzw. die Stärke des Eibelages pro Krone anzukommen.

Die Widersprüche, die in den zahlreichen, in der Literatur enthaltenen Angaben über das Problem „Überflug" liegen, mögen zum Teil in der Dehnbarkeit des Begriffes — auf die schon hingewiesen wurde — begründet sein, aber auch darin, daß vielleicht die Falter in verschiedenen Jahren einer Kalamität sich verschieden verhalten. Es mag sein, daß im Prodromaljahr, wo von einer Überfülle an Individuen meist nicht gesprochen werden kann, die Falter die Grenzen des Bestandes, in dem sie ausgekommen sind, seltener oder überhaupt nicht überfliegen. Im Eruptionsjahr jedenfalls verwischen sich die Verhältnisse.

Nach dargelegten Beobachtungen und Untersuchungen halte ich es für unzweifelhaft, daß zwischen benachbarten Beständen ein Falteraustausch erfolgt, daß durch die Beweglichkeit der Schmetterlinge Unterschiede des Puppenbelages ausgeglichen werden.

Daß indes größere, zusammenhängende Gebiete von anderen größeren und stärker befallenen Gebieten sozusagen infiziert werden, halte ich für unwahrscheinlich.

Für den Staatswaldkomplex des Vorstandsbezirkes Heideck konnte eine durchschnittliche Eizahl pro Weibchen von etwa 130 Stück errechnet werden. Diese durchschnittliche Zahl deutet daraufhin, daß Weibchen dieses Gebietes wohl nicht mehr viele Eier zur Verfügung hatten, um angrenzende Gebiete größeren Umfanges damit zu belegen.

Im Eruptionsjahr erreicht eben auch in Beständen mit weniger günstigen Streuverhältnissen die Puppen- und damit die Falterzahl eine Höhe, deren Nachkommenschaft zur Vernichtung der Nadeln genügt.

VII. Schlüpfen der Räupchen.

1. Abhängigkeit von Witterungseinflüssen.

Die Kontrolle der Versuchsbäume wurde fortgesetzt. Nadeln mit geschlüpften Eiern wurden gesammelt. Das erste geschlüpfte Gelege wurde in 2 am B_1 am 8. Mai gefunden. Tabellen (6 und 8) und Diagramme geben ein Bild vom Verlauf des Raupenschlüpfens. Die Temperaturkurve

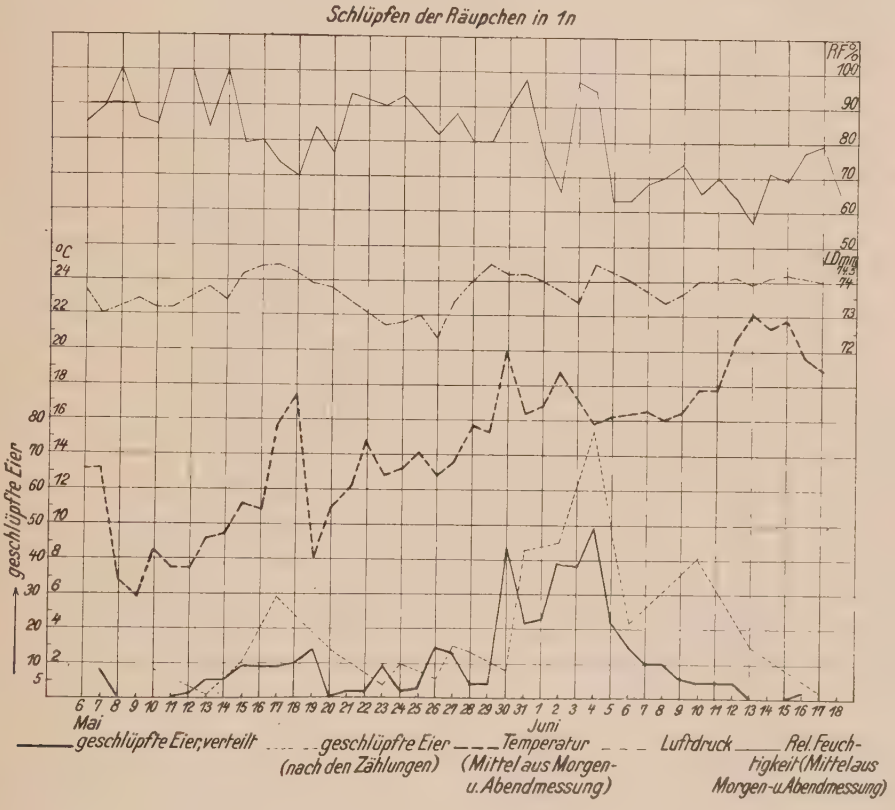


Abb. 15.

zeigt die Mittel aus Morgen- und Abendmessung.[1]) Die fein gestrichelte Linie zeigt jeweils die geschlüpften Eier, wie sie an den einzelnen Kontrolltagen gefunden wurden. Die starkgezeichnete Kurve dagegen zeigt die Menge in entsprechender Verteilung unter Berücksichtigung der Tage, an denen die Kontrolle nicht durchgeführt werden konnte. So wurde z. B.

[1]) Die Mittel aus Morgen- und Abendmessung wurden gewählt aus der Überlegung heraus, daß die so errechneten Temperaturen den Mitteln im Sinne der wirksamen Temperatursummen näherkommen, als die aus Morgen-, Mittag- und Abendmessung errechneten, nachdem das dem hohen Mittagswert entsprechende Äquivalent der tiefen Nachttemperatur fehlt.

die an einem Tage gefundene Menge zu gleichen Teilen auf die beiden Vortage verteilt; die Kontrolle wurde zumeist an den Vormittagen vorgenommen, es wurde angenommen, daß die dabei gefundenen Gelege in der Hauptsache am Vortage geschlüpft seien; dementsprechend wurden die heute gefundenen um einen Tag zurückdatiert.

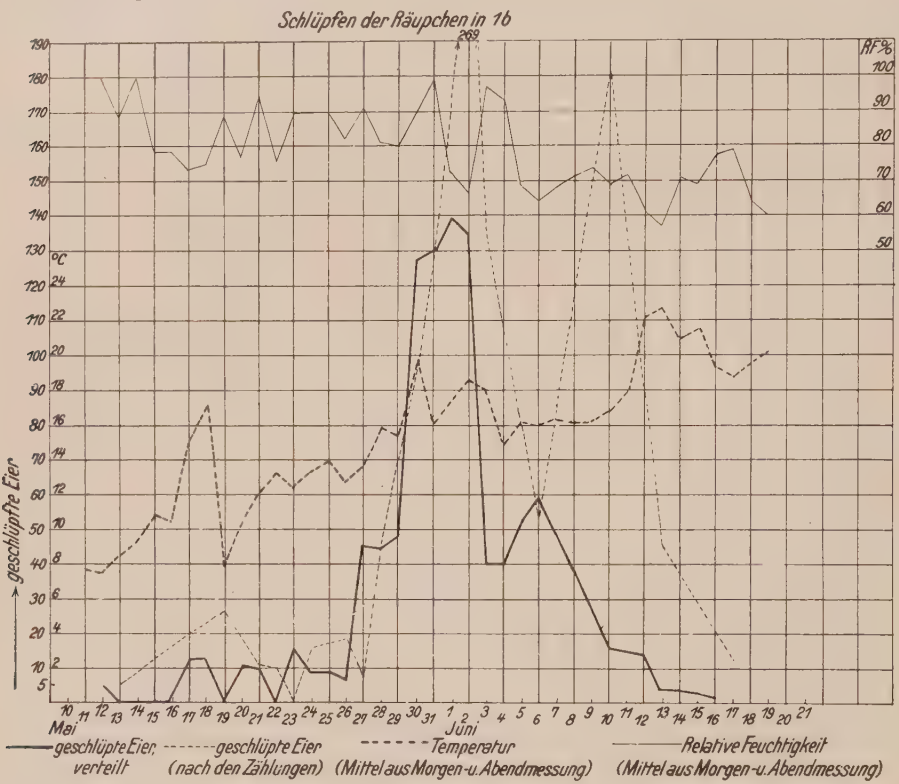


Abb. 16.

Tabelle 8.

Monat und Tag	1 n			1 b			2		
	Bis zum								
	festgestellte Eizahl	geschlüpfte absolute Zahl	geschlüpfte in % d. vorhand. Eier	festgestellte Eizahl	geschlüpfte absolute Zahl	geschlüpfte in % d. vorhand. Eier	festgestellte Eizahl	geschlüpfte absolute Zahl	geschlüpfte in % d. vorhand. Eier
Mai . . . 30.	413	82	20	1138	287	25,0	1413	239	17,0
Juni . . . 2.	450	207	46	1207	554	46,0	1465	523	36,0
3.	—	—	-	1223	689	56,0	1492	626	42,0
6.	491	353	72	1247	814	65,0	1562	804	51,0
13.	505	409	81	1275	1040	81,5	1581	987	62,4

Die meisten Räupchen schlüpften bei Temperaturen über 16°. Die Feuchtigkeit scheint geringen Einfluß zu üben: auch der Luftdruck[1]) scheint die Intensität des Schlüpfens nicht direkt zu beeinflussen; jedenfalls geht aus der graphischen Darstellung nicht hervor, daß bei hohem Luftdruck das Schlüpfen gehemmt würde, im Gegenteil. Es ist anzunehmen, daß der wirksamste Faktor für den Schlüpfakt die Temperatur ist.

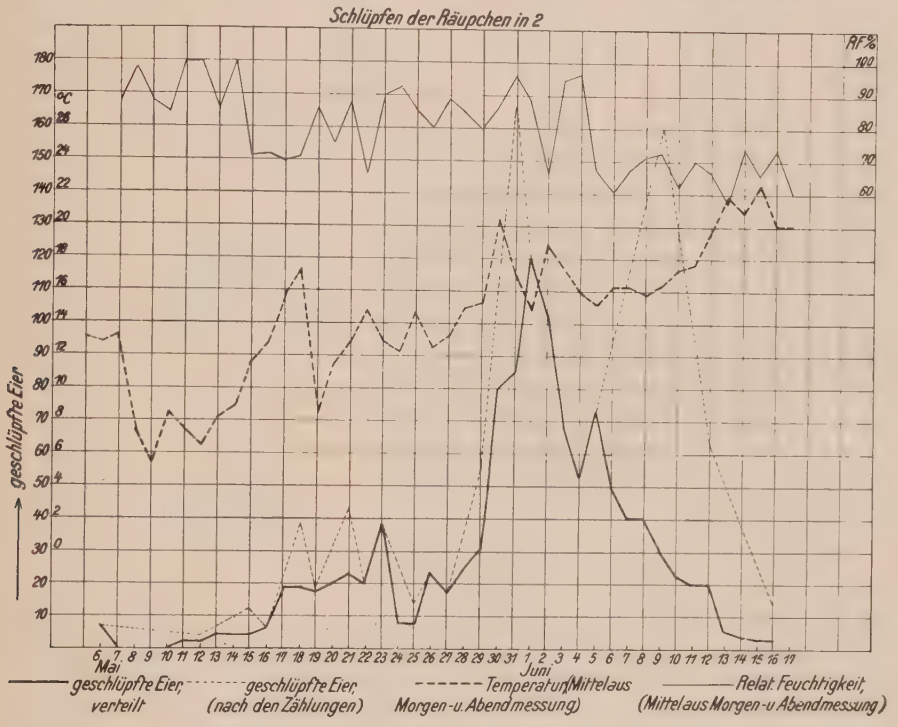


Abb. 17.

Mit den durch Messung und Zählung gewonnenen Zahlen wurde auch der Versuch unternommen, die Dauer der Embryonalentwicklung zu berechnen. Die so gewonnenen Zeiträume schwanken zwischen 20 und 13 Tagen.

2. Ergebnisse der Untersuchung der gesammelten geschlüpften Gelege.

Die geschlüpften Gelege wurden an den Versuchsbäumen gesammelt und später im Laboratorium unter dem Binokular untersucht. Das Ergebnis ist in folgender Tabelle (9) zusammengestellt. Übereinstimmend zeigen die Zahlen der drei Versuchsbäume, daß nur ein ganz geringer Teil, im Maximum 2,6% der Eier parasitiert war, und auch durch anderweitige Ursachen die Eier nur in geringem Maße dezimiert wurden. Größer ist

[1]) Die Daten erhielt ich von Herrn Verwalter Müller-Schloß Kreuth bei Heideck; sie geben den Verlauf des Luftdrucks nur roh an.

überall die Zahl der verlustig gegangenen Eier: in 1 n sind es 113 = 28%, in 1 b 72 = 5,6% und in 2 gar 486 Eier = 31%.

Merkwürdig ist der hohe Prozentsatz abhanden gekommener Eier übereinstimmend in 1 n und 2, den normal benadelten Beständen, während 1 b nur einen geringen Abgang von 5,6 % zu verzeichnen hat. Möglicherweise liegt der Grund mit darin, daß von Vögeln die normal benadelten Bestände bevorzugt wurden. Genauere Beobachtungen konnte ich nicht machen. Es ist auch möglich, daß die jungen Räupchen in manchen Fällen die Eischalen vollständig auffraßen, so daß bei späterer Untersuchung der Nadeln nichts mehr bemerkt werden konnte. Um diesen fraglichen Prozentsatz wäre natürlich der der normal geschlüpften zu erhöhen.

Tabelle 9.

Ergebnisse der Untersuchung der gesammelten geschlüpften Gelege.

Bestand	Am B_t festgestellte Eizahl	Normal geschlüpft		Parasitiert		Sonstwie zugrunde gegangen		Abhanden gekommen		Durchschnittliche Eizahl pro Gelege
		absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	
1 n . . .	505	384	70,0	—	—	7	1,4	119	28,1	5,3
1 b . . .	1275	1050	82,3	33	2,6	94	7,4	72	5,6	5,5
2 . . .	1581	1025	64,8	5	0,3	53	3,3	486	30,8	4,4

VIII. Raupenentwicklung und Zusammenbruch.

1. Allgemeines.

Die Kurven und Tabellen des vorigen Abschnittes haben ein Bild des Schlüpfens der Räupchen gegeben. Zur Untersuchung der weiteren Entwicklung der Raupen wurden an verschiedenen Tagen in den drei Beständen Raupen gesammelt, die später im Zoologischen Institut durch Messung der Kopfkapseln unter dem Mikroskop in die verschiedenen Entwicklungsstadien eingeordnet wurden. Damit konnten für jeden Sammeltag die Prozentanteile der 5 Stadien berechnet werden.

Vom 13. Juni ab — die Raupen waren bis dahin wohl zum größten Teil geschlüpft — wurde auf je 2 qm in den drei Beständen der Raupenkot gesammelt (Abb. 18): leider hat es vom 20. — 30. Juni, während der Hauptfraßperiode, oft und stark geregnet, so daß nicht an allen Tagen der Kot gesammelt werden konnte. Immerhin geben die Kotkurven ein ganz anschauliches Bild von den namentlich gegen das Ende der Raupenentwicklung in den drei Beständen sehr verschiedenen Bedingungen. Der Kot wurde vor dem Wiegen (auf einer Apothekerwage mit einer Genauigkeit bis 10 mg) gereinigt, aber nicht mehr besonders getrocknet: die Tagesquanten waren in Zigarettentütchen verpackt und standen wochenlang im Zimmer, so daß gleiche Trockenheit angenommen werden konnte.

Mit dem Kot wurden täglich auch die herabgefallenen Raupen gesammelt, die später im Laboratorium auf den Parasitierungsgrad untersucht wurden.

2. Die Sterblichkeit der Jungräupchen in Alt- und Stangenhölzern.

Über einen sehr wesentlichen Punkt vermag ich leider nichts Bestimmtes, d. h. keine unmittelbare Beobachtung anzugeben: die Mortalität der ersten Raupenstadien, namentlich der Eiräupchen.

Es ist außerordentlich schwierig, diesem Problem im Freilandversuch beizukommen: gewisse Äste oben in den Kronen etwa nach der Eiablage mit Gaze zu überziehen und die darin befindlichen auskommenden Raupen in ihrer Entwicklung zu verfolgen ist aus mancherlei Gründen nicht durchführbar. Namentlich würden sich die Lebensbedingungen der Raupen ändern. Die später angewandte Methode des Sammelns der toten Raupen auf den Kotfängern versagt, weil die toten Eiräupchen unauffindbar sind.

So habe ich versucht, dem Problem mittelbar gerecht zu werden.

Abb. 18. Packpapierkotfang (2 qm) in 1 b.

Durch Probestammfällung bezw. Eizählung in den Kronen kennt man den Eibelag eines Bestands-Mittelstammes. Wenn die Kronendimensionen bekannt sind, kann man die Bodenfläche berechnen, die von der Krone überschattet wird. Die Raupenzahl, die sich über 1 qm dieser Fläche befinden muß, kann unter Berücksichtigung der Eimortalität errechnet werden. Die Anzahl der im Laufe des Raupenlebens von den Kronen tot herabgefallener Tiere kann mittels Kotfanges festgestellt werden; die in der Krone hängen gebliebenen verendeten Raupen müssen berücksichtigt werden. Nach der Verpuppung, die angenommen, auf der ganzen (auch nicht überschirmten) Fläche gleichmäßig erfolgt, kann Puppen- und Tachinenzahl festgestellt werden. Aus der auf dem Quadratmeter Bestandsfläche gefundenen Zahl kann der Belag pro Quadratmeter beschirmter Fläche bestimmt werden. Die Differenz von normal geschlüpften Eiern und der Summe von toten Raupen, Puppen und Tachinentönnchen stellt theoretisch die Zahl der in den jüngsten Stadien zugrundegegangenen Raupen dar.

Führt man diese Berechnung für 1 n und 2 durch, so ergibt sich folgendes:

1 n	Eibelag des Mittelstammes	1500	
	nach Feststellung geschlüpft 70%	1050	
	überschirmte Fläche ($r^2\pi$) = 1,75 qm; über dem Quadratmeter befinden sich demnach . .	600	Raupen
	von 1 qm Kotfangfläche aufgelesen	350	„
	in den Kronen hängen geblieben (nach Schätzung 30%)	150	„
	auf 1 qm Bestandsfläche festgestellte Puppen- und Tachinenzahl = 5		
	auf 1 qm Schirmfläche (da Schlußgrad = 1,0)	5	
	Summe von toten Raupen und Puppen . .	505	
	in jüngeren Stadien zugrunde gegangen . .	95 ~ 100 = 17%	
2	Eibelag eines Mittelstammes	12 000	
	nach Feststellung geschlüpft 64%	7 880	
	überschirmte Fläche ($r^2\pi$) = 12,5 qm; über einem Quadratmeter befinden sich demnach	630	Raupen
	von 1 qm Kotfangfläche aufgelesen	200	„
	in den Kronen hängen geblieben 30% . .	90	„
	auf 1 qm Bestandsfläche gefundene Puppen und Tachinen = 25		
	auf 1 qm beschirmter Fläche (da Schlußgrad = 0,6)	40	
	Summe der toten Raupen, Puppen und Tachinen	330	
	in jüngeren Stadien zugrunde gegangen . .	300 = 47%.	

Dabei wird angenommen, daß verpuppungsreife Raupen nicht abgewandert sind.

Für 1 b wurde die Untersuchung nicht durchgeführt, weil hier die Verhältnisse zu kompliziert waren: nur ein Teil der Kronen war benadelt und demnach von Raupen besetzt; bei eintretendem Nahrungsmangel wanderten die Raupen in großen Mengen ab bezw. gingen zu Tausenden in dem Graben, der einen Teil des Bestandes umgab, zugrunde.

Eine ähnliche Differenz (etwa 30%) der Eiräupchenmortalität ergab sich bei der Gegenüberstellung der bei den Probestammfällungen Ende Mai (die Eiablage war zu jener Zeit nahezu beendet) festgestellten Eizahlen und der Mitte Juni (nachdem sich die meisten Raupen schon im zweiten und dritten Stadium befanden) gleichfalls durch Stammfällungen ermittelten Raupenzahlen. Allerdings war die Zahl der gefällten Probestämme nicht groß.

Die errechneten Mortalitätsprozente sollen nicht als absolut richtig angesehen werden. Immerhin mögen die Ergebnisse angeführt werden, um so mehr, als ich in Lehner und Berwig auf S. 419 folgende Notiz fand: „Die Räupchen sind in großen Mengen ausgekommen, gleichzeitig mit dem Beginn des Maitriebes; ein geringer Teil war schon vorher da.

Ende Juni wurden nur noch wenige ungeschlüpfte Eier gefunden ... Da in den älteren Hölzern die neuen Triebe noch nicht ausgebildet waren (Ende Mai), fehlte den Raupen in diesen Beständen vorerst die Nahrung. Vielleicht ist gerade in den älteren Beständen dadurch ein Teil der Raupen verhungert und darauf der etwas schwächere Fraß zurückzuführen."

Nach den Feststellungen der meteorologischen Beobachtungen können klimatische Unterschiede nicht für diese verschiedene Höhe der Mortalität in Alt- und Stangenholz verantwortlich gemacht werden. Ich glaube vielmehr, daß die verschiedene Entwicklung der Maitriebe im Alt- und Stangenholz der Grund ist. Diese verschiedenartige Entwicklung halte ich nicht für klimatisch bedingt, sondern für eine wachstumsphysiologische Erscheinung.

Auch dem oberflächlichen Beobachter kann es auffallen, daß Pflanzen in den Kulturen längere Maitriebe bilden als Bäume, daß innerhalb einer Krone Unterschiede auftreten, so zwar, daß die Maitriebe dem Gipfel zu länger werden. Das deutet darauf hin, daß das Alter des Individuums und innerhalb desselben das Alter der Äste eine Rolle spielt.

Ich habe über diese Frage mit Herrn Geheimrat von Tubeuf gesprochen, der so liebenswürdig war, mir folgendes mitzuteilen: Daß das Alter des Pflanzen- (hier Baum-) Individuums bestimmend ist für die Trieblänge, ist bekannt. In älteren Beständen werden die Triebe kürzer sein als in jüngeren. Ob auch zeitliche Unterschiede in der Entwicklung bestehen zwischen Stangenholz und Altholz bezw. innerhalb einer Krone ist fraglich; das müßte untersucht werden.

Meines Erachtens würde allerdings gerade eine zeitliche Verschiebung des Austreibens, wenn auch nur von wenigen Tagen, von großer Wichtigkeit sein; inwieweit die geringere Größe der Maitriebe, namentlich in den unteren Kronenpartien der Altholzbäume, allein schon von Bedeutung ist (geringere Nahrungsmenge), inwieweit diese geringere Größe als Hinweis auf späteres Austreiben betrachtet werden kann, möge dahingestellt bleiben.

Wenn die hier angedeutete Erscheinung tatsächlich allgemeine Gültigkeit besitzt, so ergänzt sie die weiter oben angegebenen Erklärungen des stärkeren Befalls von Stangenhölzern im Prodromaljahr (1. Erklärung: höhere Puppenzahl pro Flächeneinheit infolge meist günstigerer Streuverhältnisse. 2. Erklärung: höhere Nadelzahl des Altholzes).

3. Die Entwicklung der verschiedenen Stadien.

Über den weiteren Verlauf der Raupenentwicklung geben Tabelle 10 und Kurven Aufschluß. Für die Entwicklung in den Beständen 1 b und 2 ist in Abb. 19 nur der Abschnitt vom 14. Juni ab dargestellt, da am 2., 5. und 10. Juni nur in 1 n Raupen gesammelt wurden, die dort leicht von den Stämmen geschüttelt werden konnten, während in 1 b und 2 Stammfällungen nötig gewesen wären.

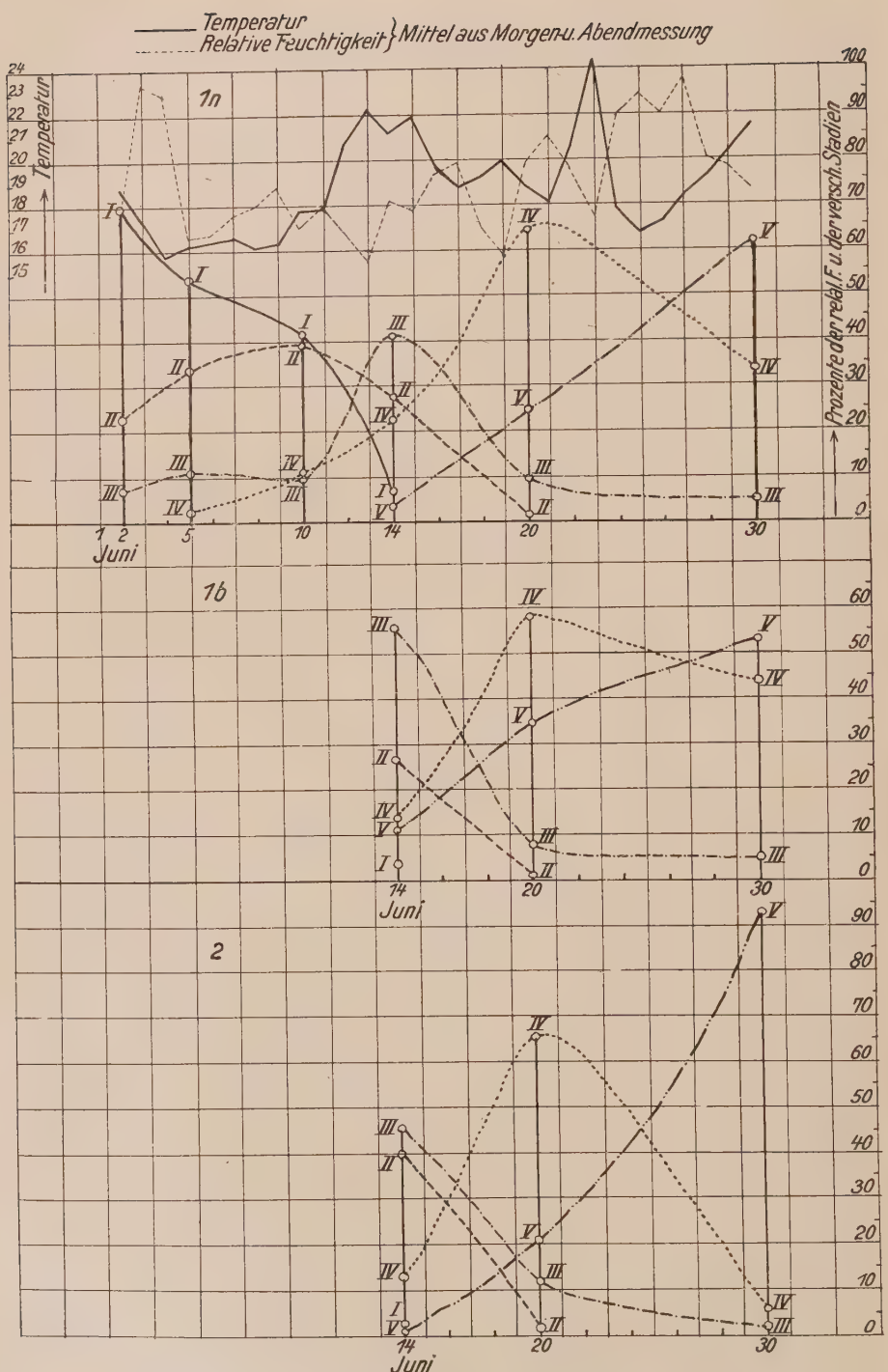


Abb. 19. Entwicklungsverlauf der verschiedenen Raupenstadien in den Versuchsbeständen.
1n im Jahre 1929 nur schwach befressen.
1b „ „ 1929 stark befressen.
2 „ „ 1929 unmerklich befressen.

Tabelle 10.

Bestand	Sammeltag	Raupenzahl	Raupen-Stadium I Stück	I % der Gesamtzahl	II Stück	II % der Gesamtzahl	III Stück	III % der Gesamtzahl	IV Stück	IV % der Gesamtzahl	V Stück	V % der Gesamtzahl
1 n	Juni 2.	100	70	**70,0**	23	23,0	7	7,0	—	—	—	—
	5.	93	50	53,8	31	33,8	10	10,8	2	2,1	—	—
	10.	137	57	41,6	53	**38,7**	13	9,5	14	10,2	—	—
	14.	254	16	6,2	69	27,1	104	**41,0**	56	22,2	9	3,5
	20.	154	—	—	2	1,3	15	9,7	99	**64,3**	38	24,7
	30.	119	—	—	—	—	5	4,2	40	33,6	74	**62,2**
1 b	14.	263	9	3,4	69	26,3	147	55,8	35	13,4	3	11,0
	20.	151	—	—	1	0,7	11	7,3	87	57,6	52	34,4
	30.	120	—	—	—	—	5	4,2	52	43,3	63	52,5
2	14.	250	6	2,4	99	39,6	113	45,2	31	12,4	1	0,4
	20.	158	—	—	3	1,9	19	12,0	104	65,8	32	20,3
	30.	112	—	—	—	—	2	1,8	6	5,4	104	92,8
	Juli 10.	13	—	—	—	—	—	—	—	—	13	100,0

Wie aus der tabellarischen Übersicht zu ersehen ist und noch besser in den Kurven zum Ausdruck kommt, läuft die Entwicklung der Raupen in den drei Beständen ungefähr parallel, was ja bei der Übereinstimmung der mikroklimatischen Faktoren anzunehmen ist.

Auffallend ist jedoch der hohe prozentuale Anteil an Raupen des V. Stadiums (92%) in 2 am 30. Juni gegenüber 52% in 1 b und 62% in 1 n. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung darin, daß im Altbestand 2 um diese Zeit noch die größte Nadelmasse vorhanden war, Hunger also die normale Entwicklung der Raupen nicht hindern konnte, während in 1 n und erst recht in 1 b bereits starker Nahrungsmangel eingetreten war. Dieser Nahrungsmangel hat verzögernd auf die Entwicklung der Raupen eingewirkt. Bestärkt wird die Annahme noch dadurch, daß 1 b, in dem die Entwicklung bis dahin mit 1 n gleichen Schritt hielt, am 30. Mai einen geringeren Prozentsatz von Raupen des V. Stadiums hat als 1 n.

Vom 14.—20. Juni ist der Anteil an Raupen des V. Stadiums angewachsen:

in 1 n von 3,5% auf 24,07%
in 1 b von 1,1% auf 34,4 %
in 2 von 0,4% auf 20,3 %

Vom 20.—30. Juni ist der Anteil an Vierhäutern angewachsen:

in 1 n von 24,7% auf 62,2% Nahrung beginnt knapp zu werden!
in 1 b von 34,4% auf 52,5% starker Nahrungsmangel, Bäume fast kahl!
in 2 von 20,3% auf 92,8% noch genügend Nahrung vorhanden!

(Die Zahl der gesammelten Raupen war an jedem der Sammeltage in den 3 Beständen gleich.)

4. Fraßtätigkeit und Mortalität in den Versuchsbeständen.

Deutlicher noch werden diese Verhältnisse durch die Kot- und Mortalitätskurven zum Ausdruck gebracht (Abb. 20). Die dünn ausgezogenen Linien stellen die Kotmengen dar, wie sie gesammelt wurden;[1]) die strichpunktierten sind gefühlsmäßig darnach eingezeichnet, können also keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit erheben, zeigen aber das Wesentliche noch klarer: in gleicher Weise steigen die Kotkurven etwa bis zum 20.; aber um diese Zeit erreicht der Kotfall in 1 b schon das Maximum, die Nahrung wird knapp, die Mortalitätskurve springt jäh auf, während in 1 b, noch mehr in 2 die täglich gefundene Zahl toter Raupen noch gering ist. Am längsten hält sie sich in 2 in mäßigen Grenzen; in 1 n macht sich schon in den letzten Junitagen eintretender Nahrungsmangel bemerkbar, in 2 setzt erst etwa am 30., womöglich unter dem Einfluß der Hitze die starke Mortalität ein.

Daß die Zahl der toten Raupen gut verwendbar ist, beweist die Übereinstimmung der 3 Mortalitätskurven; die größten Zahlen zeigen in allen 3 Fällen der 1. und 2. Juli, in gleicher Weise erheben sich die Kurven nochmals am 6. und 7. Juli.

Die gesammelten toten Raupen wurden im Zoologischen Institut auf Zugehörigkeit zu den verschiedenen Entwicklungsstadien und auf Parasitierung untersucht.

Folgende Tabelle zeigt das Ergebnis.

Tabelle 11.

Bestand	Summe der untersuchten Raupen	III		IV		V		Im ganzen	
		A	P	A	P	A	P	A	P
1 n . .	absol. 318	15	26	39	74	65	99	119	199
	%	13		35,5		51,5		37,5	62,5
1 b . .	absol. 587	13	12	172	97	182	111	367	220
	%	44		45,6		50		62,5	37,5
2 . . .	absol. 221	10	5	13	23	89	80	113	108
	%	6,7		16,3		76,4		51,1	48,9

P = parasitiert, A = an anderweitigen Ursachen zugrunde gegangen.

5. Fraßtätigkeit der erwachsenen Raupen am Tag und während der Nacht.

Die Frage des Temperatureinflusses auf die Fraßtätigkeit der Raupen, ihren Verlauf bei Tag und Nacht, gab Anlaß zu einem Versuch, der am 1. und 2. Juli in 2 durchgeführt wurde und der in Abb. 21 Figur a und b graphisch dargestellt ist.

[1]) Mußte aus irgendeinem Grunde die Kotmenge mehrere Tage liegen bleiben, so wurde in der graphischen Darstellung die Menge gleichmäßig auf diese Tage verteilt.

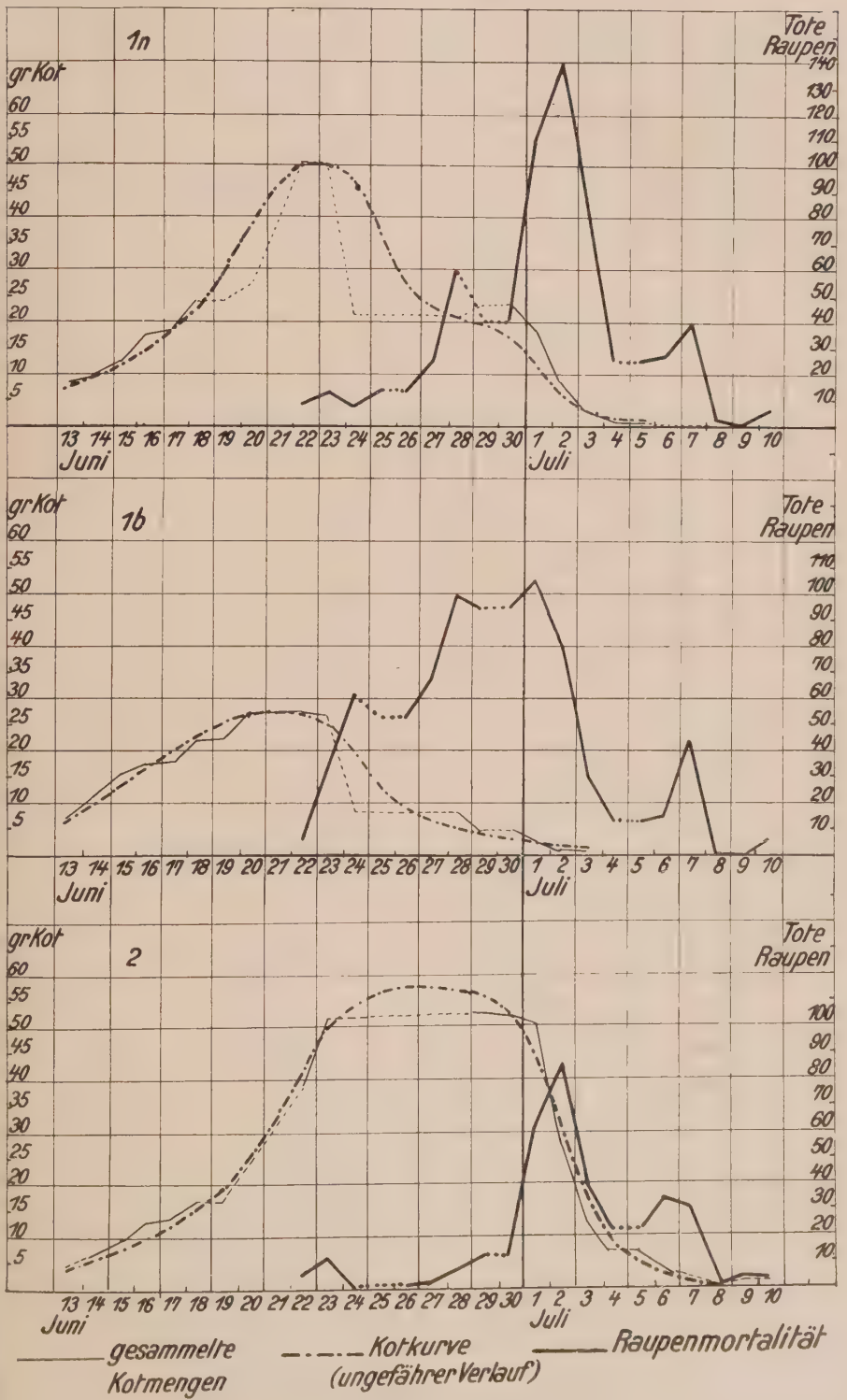


Abb 20. Kot- und Mortalitätskurven der Versuchsbestände.

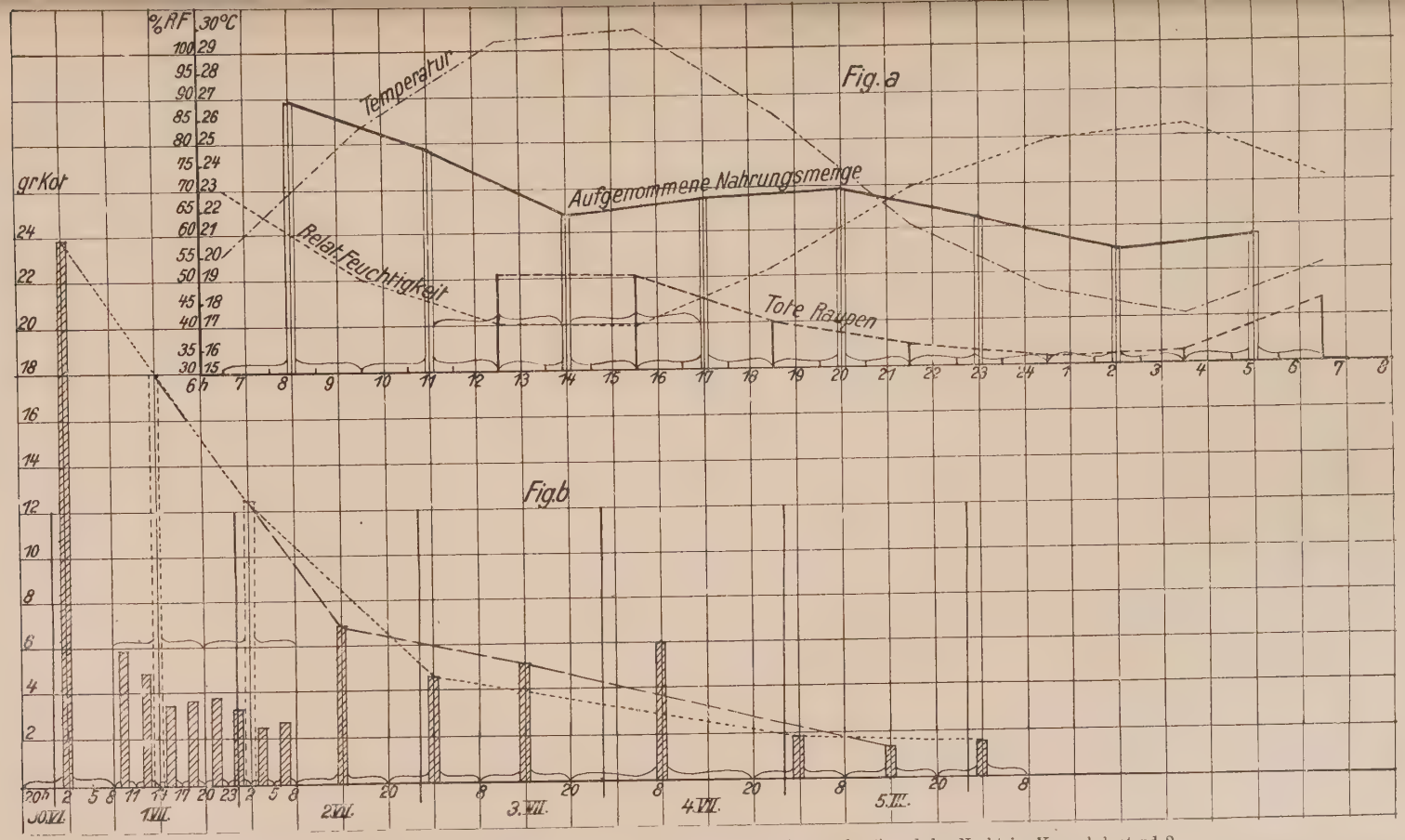


Abb. 21. Versuch zur Feststellung des Verlaufs der Fraßtätigkeit am Tage und während der Nacht im Versuchsbestand 2.
Figur a stellt die Nahrungsaufnahme dar. (Nach Berwig beträgt die Darmzeit der Fo-Eulen-Raupen 1½ Stunden. Die während der 3 stündigen Zeitabschnitte angefallenen Kotmengen wurden als Mengen der „aufgenommenen Nahrung" um 1½ Stunden zurückverlegt, sodaß z. B. die von 8–11 Uhr angefallene Kotmenge, die als solche über dem Zeitpunkt 9½ Uhr aufgetragen werden müßte, auf der Ordinate über dem Zeitpunkt 8 Uhr aufgetragen wurde und so als Nahrungsmenge aufzufassen ist.
Figur b soll die in dreistündigen Zeitabschnitten gesammelten Kotmengen innerhalb der Kotkurve zeigen und so die Schwierigkeit vor Augen führen, die der Annahme einer tageszeitlichen Bedingtheit der verschiedenen Größe der 3-Stundenmengen entgegenstehen. Wie die einpunktierten Mengen in ihrer Verbindung mit den in gleichen Zeitabschnitten gesammelten Mengen zeigen, hat die Kotkurve in 2 zur Zeit des Versuches bereits fallende Tendenz.

Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß die Raupen sich in verschiedenen Stadien verschieden verhalten und insofern gelten die Feststellungen für erwachsene Raupen (vgl. Abb. 19, nach der am 30. Juni der prozentuale Anteil der Raupen des V. Stadiums schon über 90 beträgt!). Die Untersuchung der Einwirkung klimatischer Faktoren wird dadurch erschwert, daß sich in diesen Tagen die Kotkurve in 2 bereits stark abwärts bewegte: es läßt sich also nicht nachweisen, wieweit das Fallen eines Kurvenabschnittes klimatisch bezw. tageszeitlich bedingt, wieweit es durch die allgemeine Tendenz des Gesamtverlaufes hervorgerufen wird. Der Anstieg eines Teilstückes wird naturgemäß durch die allgemeine Tendenz gemildert.

Theoretisch am günstigsten für derartige Studien müßte die Zeit sein, zu der die Kurve ihren höchsten Stand erreicht, wenn die täglichen Kotmengen einige Tage ungefähr gleich sind. Es ist praktisch schwierig, gerade diesen Zeitpunkt zu erfassen und überdies ist nicht jede Nacht in gleicher Weise zur Durchführung des Versuches geeignet.

Die Betrachtung der Kurve lehrt, daß die erheblichen Temperaturschwankungen (größtes Mittel 29,9°, kleinstes 17,2° C) die Fraßtätigkeit nicht erheblich beeinflußt haben. Zwischen den während der Nacht und des Tages aufgenommenen Nahrungsmengen ist kein wesentlicher Unterschied.

Nebenbei wurden auf dem Kotfang zu den Sammelzeiten auch die toten Raupen aufgelesen. Es ist interessant zu konstatieren, daß die Verbindungslinie der jeweils gefundenen Zahlen mit der Temperatur parallel läuft.

Damit ist der Beweis erbracht,[1]) daß tatsächlich die große Hitze mit dem Raupensterben der ersten Juliwoche in Zusammenhang steht, sei es, daß sie die Disposition der Raupen für Krankheiten erhöht, sei es, daß sie die Grenze der für die Raupen erträglichen Temperaturen überschritten hat.

Die Parallelität von Temperatur- und Mortalitätskurve in diesem Falle läßt den unmittelbaren Einfluß der hohen Wärmegrade vermuten.

Erwähnt sei dazu, daß am 1. Juli tagsüber nach den Aufzeichnungen nur leichter Wind herrschte, während nachts zeitweise stärkerer böiger Wind auftrat, daß also die Bewegung der Kronen für das Herabfallen der verschiedenen Raupenmengen nicht verantwortlich gemacht werden kann.

6. Krankheiten.

Über die Ursachen, die für das massenhafte Sterben der Raupen in der ersten Juliwoche mit verantwortlich zu machen sind, gibt folgendes Untersuchungsergebnis des Instituts für angewandte Zoologie Aufschluß:

Unter 88 untersuchten Raupenkadavern waren:

Von Mykosen befallen (*Empusa aulicae*)	54	Stück	= 61 %
„ Polyederkrankheit befallen	1	„	= 1 %
„ Tachinen befallen	1	„	= 1 %
„ Bakteriosen befallen	32	„	= 37 %

[1]) Nahrungsmangel ist in diesem Bestand nicht eingetreten.

Auf den scheinbar sehr verderblichen Einfluß der Hitze wurde schon hingewiesen. Vgl. auch Escherich (3) S. 537/38, wo berichtet wird, daß im Juni 1921 eine Nonnenkalamität in der Oberpfalz durch die Hitze koupiert wurde.

IX. Bekämpfung der Fo-Eule im Forstamt Heideck.

1. Erfolgs-Kontrolle der Meritolbestäubung.

Die Bestäubung eines Teiles der von der Eule bedrohten Föhrenbestände des Forstamtes Heideck stellte den ersten Großversuch einer Bekämpfung dieses Schädlings mit arsenhaltigen Staubmitteln dar.

Zur Verwendung kam das von der Firma Schering-Kahlbaum, Berlin, hergestellte Meritol, das von Motorverstäubern in die Kronen der befressenen Bestände geblasen wurde.

Über die Wirkung des Meritols auf die Eule hatte man noch keinerlei Erfahrung.

Zur Erfolgskontrolle wurden, ähnlich wie bei der Spannerkalamität in Norddeutschland 1929 (Schwerdtfeger [1]), Kotfänge verwendet.

Da die von der Firma Wichmann-Berlin eingesandten Ceresinpapierproben wenig brauchbar zu sein schienen, entschloß man sich, auf ein weiteres Anhalten günstiger Witterung vertrauend, Packpapier-Kotfänge auszulegen. Jeder zu bestäubende Bestand wurde mit 1—2 Kotfängen versehen. Im Laufe des 18. Juni wurden die Kotfänge verteilt. Um jedoch bei einer plötzlichen Witterungsänderung nicht ganz ohne Kontrollmittel zu sein, wurden in verschiedenen Abteilungen (Wörnsbacher Heuweg, Dachsbau, Waldhaus, Föhrig, Straße) neben papierenen auch Kotfänge aus Tuch aufgestellt, die nach verschiedenen Methoden angelegt, die Größe von 1—2 qm hatten.

Bei anhaltend gutem Wetter ist braunes Packpapier ein ausgezeichnetes Material. Derartige Kotfangeinrichtungen müssen nach stärkerem Regen erneuert werden. Bei längerer Zeitdauer der Untersuchung sind Tuchkotfänge (Nessel und jeder andere billige glatte Stoff ist geeignet) empfehlenswerter.

Mit der Ausführung des Kotsammelns war ein Arbeiter betraut. Er bekam Zigarettentütchen, versehen mit Datum und Nummer des Kotfanges, zur Aufbewahrung der einzelnen Mengen. Tote Raupen hatte er ebenfalls sorgfältig zu sammeln; zu ihrer Unterbringung war er mit Pinzette und Gläschen ausgerüstet. Die Raupenzahlen trug er zu Hause in eine Liste ein.

Leider stand die Bestäubung im Forstamt Heideck unter einem ungünstigen Stern. Sie begann am Donnerstag, dem 19. und endete am Mittwoch, dem 25. Juni. In diesem Zeitraum sind des öfteren leichte Regen, an drei Abenden Wolkenbrüche über das Bestäubungsgebiet hinweggegangen, die den Erfolg der Maßnahmen sehr in Frage stellten und die Durchführung der Sammeltätigkeit an manchen Tagen unmöglich machten.

Die gesammelten Kotmengen wurden längere Zeit in einem trockenen Raum aufbewahrt. Eine einwandfreie Entfernung der Verunreinigung war mit den vorhandenen Hilfsmitteln nicht durchführbar. In einem Sonderversuch ergab die Gewichtsfeststellung der Verunreinigung einen verschwindend kleinen Prozentsatz, so daß sich die Vernachlässigung verantworten läßt.

Mittels einer Briefwage wurden die Gewichte festgestellt. Beigegebene Abbildungen zeigen eine graphische Darstellung der ermittelten Zahlen und Gewichte. Charakteristisch sind die beiden Abb. 22 und 24 insofern, als Abb. 22 den Verlauf der Entwicklung in einem älteren Bestand, Abb. 24 in einem sehr stark befallenen Stangenholz zeigt.

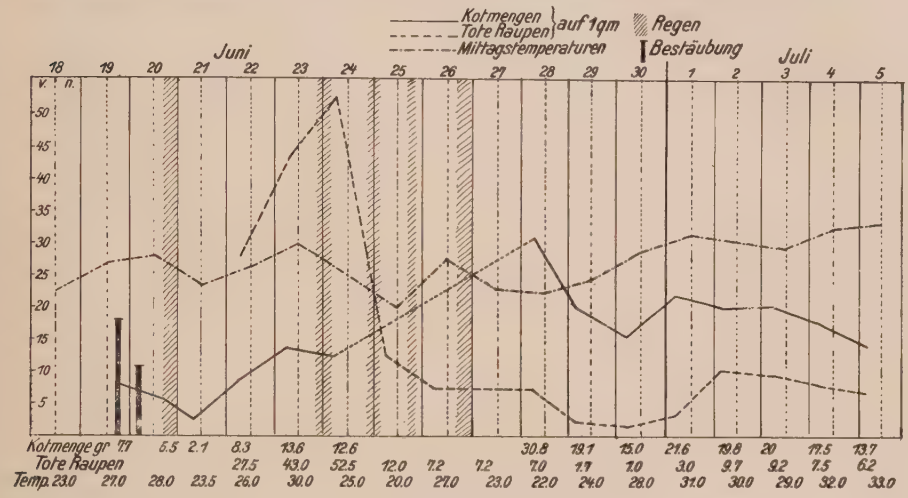


Abb. 22. Erfolgskontrolle nach Meritolbestäubung in Abt. Va Föhrig. Verstäubte Menge pro ha: 50 kg. Bestandsalter: 68 Jahre. Streutyp: 1. Gesunde Puppen pro qm: 5 (März 1930).

Leider fehlt aus oben erwähnten Gründen eine genügende Anzahl von Werten, die den Zustand und die Entwicklung der Fraßtätigkeit vor

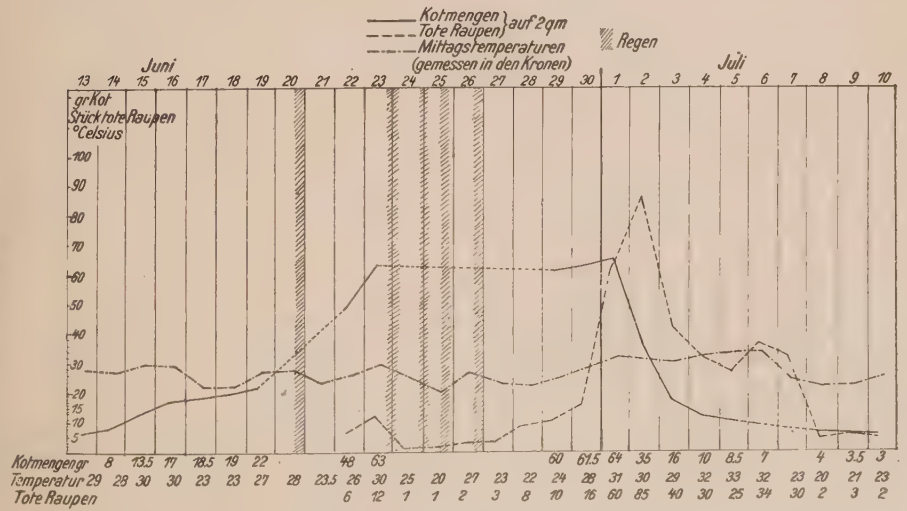


Abb. 23. Kotkurve und Raupenentwicklung in einem unbestäubten Bestand (Versuchsbestand 2). Bestandsalter: 83 Jahre; Streutyp: 2; Gesunde Puppen pro qm: 2,7? (März 1930).

der Bestäubung zeigen würden. Diesem Mangel soll dadurch einigermaßen abgeholfen werden, daß auf den Abb. 23 und 20, 1 n die Entwicklung in einem unbestäubten Altholz und Stangenholz gezeigt wird.

Es ist anzunehmen, daß die Kurven der Abb. 22 und 24 vor der Bestäubung einen ähnlichen Verlauf genommen haben, zumal die Bestände im übrigen gut übereinstimmen.

Wichtig ist die Feststellung, daß auf den Abb. 20, 1 n und 23 die Kotkurven, bis sie ihr Maximum erreichen, immer steigende Tendenz zeigen, daß die Mortalitätsziffern sich in der Zeit, da in V 9a Föhrig und I 3c Straße die diesbezüglichen

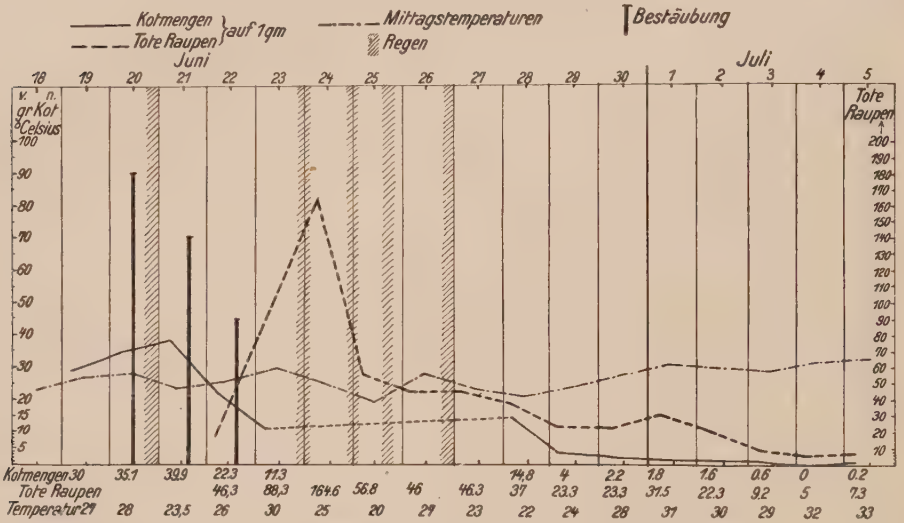


Abb. 24. Erfolgskontrolle nach Meritolbestäubung in Abt. I 3c Straße.
Verstäubte Menge pro ha: 50 kg; Bestandsalter: 24 Jahre; Streutyp: 1; Gesunde Puppen pro qm: ∼ 20 (März 1930).

Kurven in die Höhe springen, noch in sehr niedrigen Grenzen bewegen.

Der Vergleich der Kurven auf den Abb. 22 und 24 mit denen der Abb. 20, 1 n und 23 dürfte den Eindruck, den die Betrachtung der bestäubten Bestände allein schon vermittelt, bestätigen.

2. Ergebnisse der Untersuchung der toten Raupen.

In Abteilung I 3 c Straße wurden vor der Bestäubung Raupen gesammelt, hier sowohl als in den anderen bestäubten Beständen wurden die toten Raupen nach der Bestäubung sorgfältig von den Kotfängen aufgelesen. Das Material untersuchte ich im Institut für angewandte Zoologie auf Zugehörigkeit zu den verschiedenen Stadien. In folgender Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefaßt.

Der Vergleich der prozentualen Anteile der Raupen an den verschiedenen Stadien weist darauf hin, daß die Giftwirkung stärker ist bei den Raupen des III. und IV. Stadiums, als bei denen des V. Würden durch das Gift die Raupen sämtlicher Stadien in gleicher Weise angegriffen worden sein, so müßten die Prozentsätze der getöteten Raupen

Tabelle 12.

Raupen	Stadium	II		III		IV		V		Im ganzen
		absol.	%	absol.	%	absol.	%	absol.	%	
vor der Bestäubung lebend gesammelt		4	5	16	20,0	36	45	23	30,0	79
nach der Bestäubung . . tot von den Kotfängen aufgelesen	1. Teil	—	—	219	32,5	350	52	103	15,5	672
	2. Teil	—	—	69	23,0	204	69	22	8.0	295
Zusammen		—	—	288	30,0	554	57	125	13,0	967

sich ähnlich verhalten wie bei den lebend gesammelten; es müßte sich ein höherer Anteil von Raupen im V. Stadium, ein abnehmender bei Raupen im III. erkennen lassen. Statt dessen findet man zu späterer Zeit einen höheren Prozentsatz von Raupen im III., einen niedrigeren von Raupen im V. Stadium. Stark empfindlich scheinen die Raupen des IV. Stadiums noch zu sein.

Schluß.

I. Zusammenfassung.

1. Die Messungen der meteorologischen Elemente (Temperatur und relative Feuchtigkeit der Luft) in den drei verschiedenartigen Versuchsbeständen 1 n, 1 b und 2 [1]) haben für den Kronenraum nur unbedeutende Unterschiede ergeben, so daß bemerkenswerte Differenzen der Entwicklung, wie sie sich für die Raupen ergeben haben, nicht darauf zurückgeführt werden können. Auch innerhalb der Einzelkrone sind die klimatischen Entwicklungsbedingungen praktisch gleich.

Die Temperaturen im Puppenlagerhorizont verliefen in 1 n und 1 b nahezu gleich; 2 unterschied sich von ihnen durch stärkere Schwankungen. Die relative Feuchtigkeit sank in 1 n und 1 b nie unter 100%; in 2 wurden öfters Prozente unter 100 festgestellt.

2. Die Untersuchungen des Zusammenhanges zwischen Streuhöhen und Puppenbelag haben ergeben, daß im allgemeinen in Beständen des Streutyps 1 mehr Puppen vorhanden sind als in Beständen des Typs 2. Als Ursache ergab sich eine höhere Puppenmortalität in 2, die offenbar auf ungünstige klimatische Verhältnisse (Vertrocknungsgefahr!) zurückzuführen ist. Neben der Streudecke scheint der Boden (Untergrund) eine große Bedeutung zu besitzen.

Als besonders günstig muß Typ 1 auf durchlässigen Böden betrachtet werden. Je nach Höhe der oberen unzersetzten Streudecke, der Humus-

[1]) 1 n = Stangenholz mit hoher Streudecke ohne vorjährigen Fraß,
1 b = Stangenholz mit hoher Streudecke mit starkem vorjährigen Fraß,
2 = Altholz mit schwacher Streudecke ohne vorjährigen Fraß.

schicht und Zusammensetzung des Bodens zeigen sich im Typ 1 die verschiedensten Grade der Eignung.

Als am wenigsten günstig für das Puppenleben hat sich Typ 2 auf durchlässigem Grund (Sand) gezeigt.

Parasiten (Tachinen und Ichneumonen) zeigen eine ähnliche Abhängigkeit von den Streu- bezw. Bodenverhältnissen als die Puppen: In extremen Formen des Typs 2[1]) wurden auch nur sehr wenig Tachinen gefunden.

Vergleichende Untersuchungen in Beständen mit ungleich günstigen Verpuppungsmöglichkeiten haben ergeben, daß eine Wanderung verpuppungsreifer Raupen zur Auffindung günstiger Winterlager nicht stattfindet. Die Raupen verpuppen sich in den Beständen, in denen sie ihre Entwicklung durchgemacht haben. Abwanderung noch nicht vollkommen entwickelter hungernder Raupen aus kahlgefressenen Beständen konnte dagegen häufig beobachtet werden.

3. Der Schlüpfakt der Falter ist von klimatischen Faktoren abhängig: hohe Temperaturen begünstigen ihn, Niederschläge wirken hemmend. Die niedrigste während des Kastenversuchs gemessene Temperatur, bei der noch Falter schlüpften, betrug 5° C.

Die Dauer der Schlüpfperiode war nach den Kastenversuchen in beiden Typen gleich. Es muß daher angenommen werden, daß der Temperaturverlauf im Puppenlagerhorizont von 1 und 2 der schematischen Darstellung der Abb. 2, Fig. b entspricht, daß die wirksamen Temperaturen annähernd gleich sind.

4. Flug und Eiablage werden ebenfalls durch das Wetter beeinflußt. Bei Temperaturen unter 4° C war der Falterflug sehr schwach. 100prozent. Feuchtigkeit wirkte hemmend auf die Eiablage. Die meisten Eier wurden abgelegt bei Temperaturen von 10—13° und 70—80% rel. F. der Luft. Eine Ähnlichkeit der Diagramme des Falterschlüpfens mit denen der Eiablage ist unverkennbar.

Die Eier werden gleichmäßig über die Krone verteilt abgelegt.

5. Der Vergleich von Puppenzahlen und Eizahlen vieler Bestände hat gezeigt, daß puppenarme Bestände gleich stark mit Eiern belegt wurden als puppenreiche. Diese Erscheinung läßt sich zwanglos nur durch Zuflug von Faltern aus puppenreichen in puppenarme Bestände erklären. Ein Überflug von Faltern von Bestand zu Nachbarstand findet demnach im Eruptionsjahr statt. Beobachtungen, die im Forstamt Heideck gemacht wurden, weisen übereinstimmend mit Literaturangaben daraufhin, daß im Prodromaljahr ein derartiger Überflug nicht erfolgt. Die Theorie eines Überfluges im großen, eine Infektion größerer Waldgebiete von Fraßzentren aus muß nach den dargelegten Untersuchungen abgelehnt werden.

---

[1]) Durchlässige Böden mit ganz dünner Streudecke.

6. Auch der Schlüpfakt der Räupchen wird von der Temperatur bis zu einem gewissen Grade beeinflußt. Hohe Temperaturen begünstigen das Ausschlüpfen, Feuchtigkeit und Luftdruck scheinen nur geringen Einfluß zu besitzen. Der Einfluß der Wärme auf die Embryonalentwicklung zeigt sich deutlich in der Ähnlichkeit von Eiablage- und Schlüpfdiagramm.

7. Die Sterblichkeit der Jungräupchen ist in den Althölzern größer gewesen als in den Stangenhölzern. Wahrscheinlich sind Unterschiede in der Maitriebentwicklung die Ursache dieser Erscheinung. Durch Krankheiten (Mykosen, Bakteriosen), Hunger und wahrscheinlich auch durch die unmittelbare Wirkung der großen Hitze starb Ende Juni und anfangs Juli die Mehrzahl der Raupen ab. Am längsten sind die Raupen in Beständen mit noch genügend großer Nadelmasse gesund geblieben; doch auch hier konnte anfangs Juli eine außerordentliche hohe Raupenmortalität beobachtet werden.

8. Es ist nicht richtig, von einer „Bevorzugung" der Stangenhölzer im ersten Fraßjahr zu sprechen, die ein Aufsuchen solcher Bestände durch die Falter zur Voraussetzung haben würde. Der stärkere Befall der Stangenhölzer hat nach den Untersuchungen drei Gründe: a) durch günstigere Streuverhältnisse bedingte geringere Puppenmortalität und daher höheren eisernen Puppenbelag in Normaljahren. b) Möglicherweise eine geringere Nadelmasse des Stangenholzes und c) die höhere Mortalität der Eiräupchen im Altholz.

9. Die älteren Raupen fressen am Tag sowohl wie bei der Nacht. Erhebliche Temperaturunterschiede im Verlauf von 24 Stunden beeinflußten die Nahrungsaufnahme nur wenig. Zwischen den bei Tag und während der Nacht aufgenommenen Nahrungsmengen besteht kein erheblicher Unterschied.

10. Mit Hilfe der Kotfangmethode konnte eine Wirkung der Meritolverstäubung einwandfrei festgestellt werden. Jüngere Raupenstadien sind gegen das Gift empfindlicher als ältere.

II. Literaturverzeichnis.

Berwig, W., Die Forleule in Bayern. Forstw. Zentrlbl. 1926, 48. Jahrg., S. 165/181, 209/217, 259/267, 293/297, 318/328.

— Untersuchungen über die Wirkung von Arsenpräparaten auf Forstschädlinge. Forstw. Zentrbl. 1928, 50. Jahrg., S. 13/22.

Bodenheimer, F. S., Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentrlbl. 1928, Bd. 48, S. 714/739.

— Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. f. angew. Entom., 16. Bd., 1930, S. 433/450.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom., 14. Bd., 1929, S. 254/272.

Conrad, A., Gesamtdarstellung der Eulenkatastrophe 1922 und 1923 und ihrer Folgewirkungen im Staatsforstgebiet des Regierungsbezirkes Allenstein, Ostpr. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1929, 61. Jahrg., S. 321/348.

Eckstein, K., Bausteine zur Lebensgeschichte der Forleule. Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 10, 1924, S. 313/326.
— Über die Methoden neuzeitlicher Maßregeln gegen Insektenschäden im Walde. Anzeiger f. Schädlingskunde, II. Jahrg., Heft 1—3, S. 5/8, 15/19, 32/33.
Eckstein, F., Zoologisch-meteorologische Studien. 1. Mitteilung: Über den Einfluß von Standort und Klima auf die Gradation des Kiefernspanners. Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 9, 1923, S. 247/305.
Escherich, K., Über die Wirkung von verschiedenen Arsenpräparaten auf Forstschädlinge. Forstw. Zentrlbl. 1928, 50. Jahrg., S. 5/13.
— Eine Reise ins Norddeutsche Eulengebiet, Forstentomologische Betrachtungen. Forstw. Zentrlbl. 1925, 47. Jahrg., S. 2/20, 53/66.
— Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstw. Zentrlbl. 1930, 52. Jahrg., S. 525/546.
Friederichs, K., Waldkatastrophen in biozönotischer Betrachtung. Anz. f. Schädlingskunde, IV. Jahrg., 1928, 11. Heft, S. 139/142.
— Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1930.
Gericke, Durchschlagender Erfolg der Kiefernspannerbekämpfung im Privatwald der Provinz Sachsen mittels Meritol und Motorpulverstäubern. Deutscher Forstwirt, Nr. 46 vom 25. IV. 1930.
Geiger, R., Untersuchungen über das Bestandsklima. Forstw. Zentrlbl. 1925, S. 629/654, 848/854; 1926, S. 337/349, 495/505, 523/532, 749/758.
Hartig, F. Gf., Über einige Sammelmethoden in der Lepidopteriologie. Anzeiger für Schädlingskunde 1928, Jahrg. IV, S. 67/71.
Hase, A., Physiologische und ökologische Forschungen als Grundlagen praktischer Maßnahmen. Anzeiger f. Schädlingskunde, Jahrg. IV, 1928, S. 51/58, 75/86.
Kalandadze, L., Die Wirkung von Arsenpräparaten auf die wichtigsten Forstschädlinge. Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 13, 1928, S. 1/96.
Knoche, E., Schädling, Klima und Bekämpfung. Arbeiten aus d. biol. Reichsanstalt, 16. Bd., 1929, S. 705/775.
König, Die Forleule und ihr jüngster Fraß. Forstw. Zentrlbl. 1925, 47. Jahrg., S. 393/415.
Lehner und Berwig, Der Eulenfraß 1923/24 und seine Folgen in der fürstl. hohenzollernschen Oberförsterei Griesel (Neumark). Allgem. Forst- u. Jagdztg. 1929, S. 416/428.
Müller, Umlernen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1925, 57. Jahrg., S. 97/105.
Ratzeburg, J. Th. Ch., Die Waldverderbnis, Bd. 1 Kiefer und Fichte. Berlin 1866, S. 115/164.
— Die Forstinsekten. II. Teil: Die Falter. Berlin 1840, S. 169/177.
Röhrig, Der Forleulenfraß im Bezirk Potsdam. Forstarchiv 1930.
Sachtleben, H., Die Forleule. Monographien zum Pflanzenschutz. Berlin, Verlag J. Springer, 1929.
— Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule. Arbeiten aus d. biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Bd. XV, Heft 4, S. 437/536.
Schwerdtfeger, F., Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1930, Heft 2 u. 3, S. 65/93, 133/166.
— Untersuchungen über Dauer des Eistadiums, Wachstum und Stoffwechsel des Kiefernspanners *(Bupalus pinarius)*. Zeitschr. f. angew. Entom., 16. Bd., 1930, S. 513/526.
Uvarov, B. P., Wetter und Klima in ihren Beziehungen zu den Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 17, 1930, S. 156/177.
Vietinghoff, A. von, Eine offene Frage in der Biologie der Kieferneule. Anzeiger f. Schädlingskunde, Jahrg. 1, 1925, S. 40/42.
— Das Verhalten paläarktischer Vögel gegenüber den wichtigeren forstschädlichen Insekten. IV. Die Kieferneule. Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 11, 1925, S. 247/254.
Walter, G., Die Bekämpfung der Forleule und der Nonne in den Oberförstereien Biesenthal und Sorau im Jahre 1925. Verlag J. Neumann, Neudamm.
Wolff, M. und Krauße, A., Die Krankheiten der Forleule und ihre prognostische Bedeutung für die Praxis. Breslau, Steger-Verlag Wilh. Gottl. Korn, 1925.

Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren.

II. Physiologischer Teil.

Von

H. Eidmann, Hann. Münden.

(Mit 16 Tabellen, 3 Kurven und 9 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

1. Material und Methoden 59
2. Der Begriff der postmetabolen Entwicklung 61
3. Spezielle Untersuchungen 63
   a) *Papilio machaon* L. 63
   b) *Papilio podalirius* L 64
   c) *Thais polyxena* Schiff. 64
   d) *Aporia crataegi* L. 64
   e) *Vanessa urticae* L. 64
   f) *Sphinx pinastri* L. 65
   g) *Dasychira pudibunda* L. 66
   h) *Lymantria monacha* L. 68
   i) *Dendrolimus pini* L. 73
   k) *Panolis piniperda* Panz 75
   l) *Bupalus piniarius* L. 78
4. Die Vorgänge bei der postmetabolen Eientwicklung 84
5. Temperatur und postmetabole Eientwicklung 89
6. Begattung und postmetabole Lebensvorgänge 92
7. Die Funktion des Receptaculum seminis 100
8. Zusammenfassung der Ergebnisse 109
9. Literaturverzeichnis 111

Einleitung.

Der erste Teil dieser Arbeit erschien im Jahre 1929 in dieser Zeitschrift. Er beschäftigte sich mit der Morphologie der weiblichen Genitalorgane der Schmetterlinge und ist als Grundlage für den physiologischen Teil gedacht, den ich hiermit vorlege. Der erste Teil wurde weit umfangreicher, als er ursprünglich geplant war. Dies kam daher, daß gerade bei den hier besonders in den Vordergrund gerückten Arten, den forstschädlichen Großschmetterlingen, die morphologischen Verhältnisse des weiblichen Generationssystems nur mangelhaft oder gar nicht bekannt waren, daß aber ihre genaue Kenntnis die Voraussetzung für die von mir beabsichtigten physiologischen Untersuchungen war.

Das Kernproblem, das mich veranlaßte, die vorliegende Arbeit auszuführen, war die Frage nach dem Verlauf der postmetabolen Entwicklungsvorgänge im Bereich des weiblichen Genitalapparates der Schmetterlinge. Der Begriff der postmetabolen Entwicklung, der von mir geprägt und schon im ersten Teil angewandt wurde, steht hier im zweiten Teil durchaus im Vordergrund. Es hat sich gezeigt, daß die postmetabolen Entwicklungsvorgänge gerade am Ovar der Schmetterlinge, ganz im Gegensatz zu der früher herrschenden Meinung, eine ganz hervorragende Rolle spielen, ja daß sie bei vielen Schmetterlingsarten für die Eizahl, die Lebensdauer und die Vermehrungsenergie von ausschlaggebender Bedeutung sind. Da aber gerade diese Faktoren wiederum für die Epidemiologie der Schadinsekten (und unter den Forstschädlingen spielen bekanntlich gewisse Großschmetterlinge eine, wenn nicht die Hauptrolle) grundlegend sind, so muß die angewandte Entomologie ein besonderes Interesse an diesen Problemen haben. Das Beispiel der Forleule hat gezeigt, wie wichtig die Kenntnis der postmetabolen Entwicklungsvorgänge am Ovar ist. Erst durch sie konnten die Widersprüche, die hinsichtlich der Eizahl dieses wichtigen und primären Schädlings bis vor kurzer Zeit noch bestanden, geklärt werden (Sachtleben, 1929.). Die anderen Fragen, die hier noch behandelt werden, sind Teilprobleme oder dem Hauptproblem nachgeordnet. Es handelt sich dabei um die Frage nach dem Einfluß der Temperatur und der Begattung auf die postmetabolen Entwicklungsvorgänge, und die nach der Funktion des Receptaculum seminis bei den Lepidopteren.

Die ausgedehnten Experimente, die dieser Arbeit zugrunde liegen, wurden in der Hauptsache in den Jahren 1928 und 29 im Institut für angewandte Zoologie der Bayrischen Forstlichen Versuchsanstalt in München ausgeführt. Meinem damaligen Chef Herrn Geh. Rat Escherich bin ich dafür zu herzlichem Dank verpflichtet, daß er mir zu diesem Zweck die Hilfsmittel und Hilfskräfte seines Institutes in großzügigster Weise zur Verfügung stellte.

1. Material und Methoden.

Wie im ersten Teil meiner Arbeit wurden auch hier ausschließlich Großschmetterlinge untersucht. Es sind im wesentlichen dieselben, wie sie zur Untersuchung der morphologischen Verhältnisse benutzt wurden. Allerdings ist die Zahl der Arten geringer als dort, weil bei manchen das Material zwar zur Klärung der Morphologie genügte, nicht aber in solcher Menge vorhanden war, um auch für die physiologischen Versuche auszureichen. Dementsprechend ist die Zahl der untersuchten Arten, die in der folgenden Liste zusammengestellt sind, etwas geringer als im ersten Teil.

Liste der untersuchten Arten:

1. **Rhopaloceren.**
   - Papilioniden:
     - *Papilio machaon* L. Schwalbenschwanz
     - *Papilio podalirius* L. Segelfalter
     - *Thais polyxena* Schiff. Osterluzeifalter.
   - Pieriden:
     - *Aporia crataegi* L. Baumweißling.
   - Nymphaliden:
     - *Vanessa urticae* L. kleiner Fuchs.
2. **Schwärmer.**
   - Sphingiden:
     - *Sphinx pinastri* L. Kiefernschwärmer.
3. **Spinner.**
   - Lymantriiden:
     - *Dasychira pudibunda* L. Buchenrotschwanz.
     - *Lymantria monacha* L. Nonne.
   - Lasiocampiden:
     - *Dendrolimus pini* L. Kiefernspinner.
4. **Eulen.**
   - Noctuiden:
     - *Panolis piniperda* Panz. Forleule.
5. **Spanner.**
   - Geometriden:
     - *Bupalus piniarius* L. Kiefernspanner.

Von den hier aufgeführten Arten sind es besonders Nonne und Kiefernspanner, von denen mir große Mengen zur Verfügung standen, und die daher zu ausgedehnteren Massenversuchen Verwendung finden konnten. Hinsichtlich der Herkunft des Materials kann ich auf meine Angaben im morphologischen Teil verweisen. Sämtliche untersuchten Exemplare wurden aus der Puppe gezüchtet, da hier noch mehr als im ersten Teil das genaue Alter der Falter von ausschlaggebender Bedeutung war.

Die Methoden der Untersuchung sind hier im einzelnen recht verschieden und richten sich jeweils nach dem Problem, das durch sie gelöst werden sollte. Sie sind in den einzelnen Kapiteln genauer dargestellt, und ich möchte hier nur auf einige prinzipielle Methoden eingehen und einige allgemeine Erfahrungen mitteilen. Ein Falter ist in der vorliegenden Untersuchung als frischgeschlüpft bezeichnet, wenn er die Flügel noch nicht entfaltet hat. Dieses Kriterium muß als durchaus genügend angesehen werden, da die von mir untersuchten Arten sämtlich spätestens nach Ablauf einer Stunde nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe ihre Flügel völlig entfaltet hatten. Man ist ja bekanntlich, auch bei scharfkontrollierten Zuchten nur selten Zeuge des Ausschlüpfens des Falters aus der Puppe, und gerade bei den wichtigsten meiner Arten war das ganz unmöglich, da dieselben normalerweise unter der Streudecke ruhen und auch in den Zuchtkäfigen unter einer Lage feuchter Waldstreu bis zum Schlüpfen aufbewahrt wurden (*Sph. pinastri*, *P. piniperda*, *B. piniarius*). Es war daher gerade in diesem Falle sehr vorteilhaft, in dem Entfalten der Flügel ein sicheres Anzeichen für den Zeitpunkt des Schlüpfens zu besitzen. Die als frischgeschlüpft bezeichneten Exemplare sind also sämtlich nicht älter als höchstens eine Stunde.

Um gleich altes Material mit bekanntem Schlupfdatum in größerem Umfange zu erhalten, wurden aus einer Riesenzucht (wie ich sie z. B. vom Kiefernspanner in sehr großen Zuchtkäfigen, in denen mehrere tausend Puppen lagerten, hielt,) während der Hauptschlüpfzeit sämtliche Falter herausgefangen. Die nach einigen Stunden im Käfig vorhandenen Imagines waren dann eben während dieser wenigen Stunden ausgeschlüpft, und praktisch gleich alt. Dieses Verfahren wandte ich in ausgedehntem Maße, z. B. bei den Versuchen über die Lebensdauer begatteter und unbegatteter Weibchen, an.

Sehr wichtig war es ferner zur Entscheidung vieler Fragen, die Weibchen zur Begattung zu bringen, was bekanntlich bei vielen langlebigen Tagfaltern in der Gefangenschaft nur sehr schwer zu erreichen ist, und auch mir meist nicht gelang, bei anderen wie den meisten Spannern dagegen sehr einfach ist. In der Regel wurde dabei so verfahren, daß ein Weibchen mit einem oder mehreren Männchen in einem besonderen Zuchtgefäß isoliert, und die Copula direkt beobachtet wurde. Vielfach wurden auch Pärchen, die sich in Copula befanden, aus einer größeren Zucht herausgefangen, was allerdings nicht immer gelingt und leicht zur Trennung der beiden Partner führt. Meist konnte es in der Weise erreicht werden, daß man vorsichtig ein Blatt Papier unter die beiden vereinigten Tiere schob, und sie dann mit diesem Papier in das Isoliergefäß brachte. In jedem Fall wurden aber, um den Erfolg der Copula einwandfrei festzustellen, später die Bursa copulatrix und das Receptaculum seminis auf ihren Inhalt untersucht, und die Copula nur dann als vollzogen bezeichnet, wenn Spermatophoren, resp. Sperma in diesen Organen

enthalten war. In einigen Fällen wurden auch die Eier bis zum Ausschlüpfen der Räupchen weiter gezüchtet.

Zur Zucht isolierter Falterweibchen erwiesen sich gewöhnliche Einmachgläser mittlerer Größe als durchaus zweckentsprechend. Sie wurden in der Weise vorbereitet, daß in ihnen ein frischer Zweig der Nährpflanze in einer kleinen Pulverflasche, die zu $^3/_4$ mit Wasser gefüllt war, aufgestellt wurde (Abb. 1). Der Zweig wurde durch einen Wattebausch im Flaschenhals festgehalten, durch den gleichzeitig verhindert wurde, daß der Falter in das Wasser fiel, oder mit ihm in Berührung kam. Stets wurde dafür Sorge getragen, daß ein Seitenzweig den Boden berührte, indem er nach unten gebogen wurde, ähnlich wie man es bei Raupenzuchten macht, um den heruntergefallenen Raupen den Aufstieg zu erleichtern. Auch hier zeigte es sich nämlich, daß die auf den Glasboden des Zuchtgefäßes heruntergefallenen Falter bei dem Bestreben wieder nach oben zu gelangen, sehr gern den herabgebogenen Ast zum Aufstieg benutzten, während sie sich sonst oft zwecklos abflatterten, und ihre Kräfte erschöpften. Bei der Nonne ersetzte ein frisches Stück Fichten- oder Kiefernrinde die Nährpflanze. Die Zuchtgläser wurden mit Gazestoff zugebunden, und erhielten eine Nummer, mit der sie im Beobachtungsprotokoll geführt wurden. Bezüglich aller anderen, speziellen Methoden (Temperaturversuche, künstliche Befruchtung, usw.) sei, wie schon erwähnt, auf die betreffenden Kapitel verwiesen.

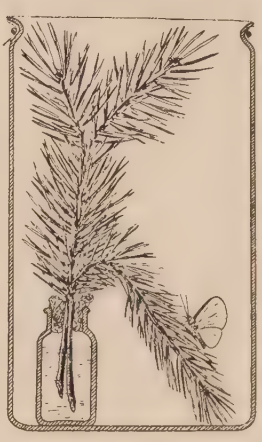


Abb. 1.
Zuchtgefäß für die Eiablage isolierter Schmetterlingsweibchen.

2. Der Begriff der postmetabolen Entwicklung.

Wie ich in der Einleitung bereits kurz erwähnte, kam es mir bei dieser Arbeit vor allem darauf an, die postmetabolen Vorgänge am Geschlechtsapparat der Lepidopteren genauer kennen zu lernen. Der Begriff „postmetabol" ist zwar schon im ersten Teil meiner Arbeit benutzt worden, bedarf aber doch, da er in dieser Arbeit überhaupt zum erstenmal zur Anwendung gelangt, noch einer genaueren Definition. Postmetabol wird hier die ganze Zeitspanne genannt, die das Imaginaldasein eines Insektes umfaßt, also die Zeit von der Verwandlung zur Imago bis zum Tode. Demnach beginnt die postmetabole Epoche bei den Holometabolen mit dem Ausschlüpfen aus der Puppe, bei den Heterometabolen mit der letzten Häutung. Die postmetabole Zeit ist somit ein Abschnitt und zwar der letzte der postembryonalen Entwicklungszeit, wenn man mit letzterer die gesamte Zeit von dem Ausschlüpfen aus dem Ei bis zum Tode des Insektes

definiert. Rechnet man dagegen, wie es meist geschieht, zur postembryonalen Entwicklung nur die Zeit von dem Ausschlüpfen aus dem Ei bis zur Ausbildung der Imago, so schließt sich die postmetabole Zeitspanne an jene an. In letzterem Fall kann man also die gesamte Lebenszeit eines Insektes in folgende drei Abschnitte einteilen: 1. embryonaler — 2. postembryonaler — 3. postmetaboler Lebensabschnitt.

Dieser letzte Abschnitt kann, verglichen mit den beiden anderen Lebensabschnitten sehr lang oder auch extrem kurz sein, je nach der betreffenden Insektenart. Beispiele hierfür sind zur Genüge bekannt, es erübrigt sich, hier solche zu nennen. Die gesamten Entwicklungsvorgänge, die sich in ihm abspielen, können als postmetabole Entwicklungsvorgänge zusammengefaßt werden. Dieselben können progressiver oder regressiver Natur sein; es kann auch während der postmetabolen Zeit bei ein und demselben Insekt das eine Organ oder Organsystem sich in progressivem, das andere in regressivem Sinne entwickeln. Progressive postmetabole Entwicklungsvorgänge sind vor allem bekannt an den Geschlechtsorganen, die ja in dem letzten Lebensabschnitt des Insektes normalerweise erst in Funktion treten und in dieser Zeit vielfach noch bis zur Funktionsfähigkeit heranreifen müssen. Andererseits sehen wir aber auch gerade an diesem Organsystem wieder nach der Beendigung seiner physiologischen Aufgaben, regressive Vorgänge einsetzen. Solche regressive Vorgänge gewinnen schließlich die Oberhand im Organismus, und führen endlich zum Absterben desselben.

Soviel über die Definition des Begriffes. Was nun speziell die postmetabolen Vorgänge am Schmetterlingsovar und seinen Anhangsorganen betrifft, so wissen wir darüber sehr wenig, so gut wir auch über die embryonale und postembryonale Entwicklung dieses Systems, durch die im ersten Teil bereits genauer referierten Arbeiten unterrichtet sind. So kommt es, daß recht weitgehende Irrtümer über diese wichtiger Vorgänge noch heute weit verbreitet sind. Nur eine Arbeit befaßt sich speziell mit unserem Gegenstand und muß daher hier erwähnt werden. Es ist die bereits früher wiederholt erwähnte von Sprengel (1928), die gleichzeitig mit meiner vorläufigen Mitteilung über die vorliegende Arbeit (Eidmann, 1928) erschienen ist. Die Arbeit gibt zunächst einen kurzen Überblick über die morphologischen Verhältnisse des weiblichen Genitalapparates der Lepidopteren unter Zugrundelegung des Geschlechtsapparates von *L. monacha* L. Auf Einzelheiten dieser Darstellung habe ich bereits im I. Teil wiederholt hingewiesen. Der physiologische Teil der Arbeit berücksichtigt nur die ersten 24 Stunden nach dem Ausschlüpfen des Falters, also nur einen geringen Teil der postmetabolen Entwicklungszeit und sagt über das weitere Schicksal der Ovarien nichts aus. Die Ergebnisse selbst kann ich leider nur zu einem geringen Teil auf Grund der vorliegenden Untersuchungen bestätigen. Auf Einzelheiten derselben werde ich später noch des öfteren einzugehen haben.

3. Spezielle Untersuchungen.

In diesem Abschnitt sollen die Untersuchungen über den normalen Ablauf des Entwicklungsgeschehens am weiblichen Genitalapparat der Schmetterlinge während der postmetabolen Entwicklungsepoche Platz finden. Dabei werden die einzelnen Arten in ihrer systematischen Reihenfolge behandelt werden, wie sie bereits in dem Kapitel über Material und Methoden aufgeführt wurden. Die hier mitgeteilten Beobachtungen sollten vornehmlich zur Klärung folgender Fragen dienen:

1. Bei welchen Arten und in welchem Umfange findet eine postmetabole Entwicklung von Eianlagen zu legereifen Eiern in den Ovarien statt?

2. Wieviel Eier werden normalerweise entwickelt und abgelegt, und wie hoch ist das normale Lebensalter der geschlüpften Weibchen?

3. Welches ist das Schicksal der Ovarien nach Beendigung der progressiven postmetabolen Entwicklung und nach vollzogener Eiablage?

Dazu kommen dann auch hier schon einige Angaben über die Lebensdauer und Eizahl nicht begatteter Weibchen, worüber jedoch erst später in einem besonderen Kapitel ausführlicher berichtet werden soll.

a) Papilio machaon L.

Die Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen des Schwalbenschwanzes befinden sich auf einem relativ frühen Entwicklungszustand. Es befinden sich noch keine legereifen Eier in den Eischläuchen, sämtliche Eizellen sind noch mit einer Kappe von Nährzellen versehen. Es muß also, wie im ersten Teil dieser Arbeit schon erwähnt wurde, noch eine postmetabole Eientwicklung stattfinden. Darauf deutet auch die Langlebigkeit unserer Papilioarten, sowie das Vorhandensein des mächtig entwickelten, zitronengelben Fettkörpers hin. Leider gelang es nicht, genaueren Einblick in die Vorgänge der imaginalen Eientwicklung zu gewinnen, da unsere Papilios bekanntlich sehr schwer in der Gefangenschaft zur Begattung und Eiablage zu bringen sind. Auch mir gelang es nicht, in meinen Zuchten Begattung oder Eiablage herbeizuführen. Die Falter zeigten bereits nach wenigen Tagen trotz ausgiebiger Fütterung mit Zuckerwasser Degenerationserscheinungen an dem Inhalt der Eischläuche. Diese traten besonders in den Basalabschnitten auf, während die Endabschnitte ihre normale Beschaffenheit beibehielten, und äußerten sich durch Verfärbung und Zerfall der dort befindlichen Eianlagen. Es spielte dabei keine Rolle, ob die Weibchen allein oder zusammen mit Männchen isoliert wurden. 8 Tage nach dem Schlüpfen waren bei einem Weibchen bereits einige Eier in die Ausführgänge eingetreten. Das höchste Alter erreichte ein Weibchen mit 19 Tagen, bei dem sich insgesamt 11 legereife Eier im Geschlechtsapparat feststellen ließen. Im übrigen waren auch hier die erwähnten Degenerationserscheinungen eingetreten, eine Eiablage nicht erfolgt.

Wir können demnach nur sagen, daß das Weibchen von *P. machaon* ohne legereife Eier aus der Puppe schlüpft, und daß sich sämtliche zur Ablage gelangenden Eier erst postmetabol zur Legereife heranbilden müssen.

b) Papilio podalirius L.

Beim Segelfalter scheinen die Verhältnisse ganz ähnlich zu liegen wie bei dem Schwalbenschwanz. Auch hier enthielten die Eischläuche frisch geschlüpfter Weibchen noch keine legereifen Eier, und waren sogar an der Basis noch ein Stück weit völlig leer, der Fettkörper war stark entwickelt. Auch hier müssen also sämtliche zur Ablage kommenden Eier erst postmetabol fertig ausgebildet werden.

c) Thais polyxena Schiff.

Bei diesem Falter finden wir bei frisch geschlüpften Weibchen (Näheres siehe im 1. Teil) schon eine beträchtliche Anzahl von Eiern fertig entwickelt. Auch sind in der Regel schon Eier in die Ausführgänge übergetreten. Als Mindestzahl der legereifen Eier wurden in einem Eischlauch 12, als Höchstzahl 16 gezählt. Nimmt man als Durchschnitt 14, so ergibt sich als Gesamtinhalt des Ovars 112 legereife Eier für ein frischgeschlüpftes Weibchen. Trotz dieser relativ großen Zahl und trotzdem mir keine direkten Beobachtungen darüber vorliegen, deuten doch verschiedene Umstände darauf hin, daß auch hier noch eine postmetabole Entwicklung von Eianlagen stattfindet.

d) Aporia crataegi L.

Bei dem Baumweißling fällt bei der Untersuchung frisch geschlüpfter Weibchen wie bei den Papilioniden der relativ unentwickelte Zustand der Ovarien, und der mächtige Fettkörper sofort ins Auge. Legereife Eier fehlen, demgemäß sind die Ausführgänge noch leer, wie auch die Basalabschnitte der Eischläuche. Unverhältnismäßig groß ist dagegen die Zahl der Eianlagen, die in den enorm langen, peitschenschnurartig ausgezogenen Ovarialschläuchen hintereinander gereiht sind. Es werden also auch hier sämtliche Eier, die zur Ablage gelangen, erst nach dem Ausschlüpfen des Falters ausgebildet.

e) Vanessa urticae L.

Bei keinem Falter waren die Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen so wenig entwickelt, wie bei dem kleinen Fuchs, der geradezu als Paradebeispiel einer sehr weitgehenden postmetabolen Eientwicklung gelten kann.

Untersucht wurde ein Weibchen, das aus Freilandraupen gezüchtet und am 19. Juni 1929 geschlüpft war. Das Abdomen war fast ganz ausgefüllt von dem mächtig entwickelten zitronengelben Fettkörper. Die Ovarien waren noch so klein, daß es schwer fiel, sie aufzufinden. Sie hängen mit dem Fettkörper innig zusammen, und es ist nicht einfach, sie davon loszupräparieren. Die Eischläuche sind zu etwa $^2/_3$ ihrer Länge

völlig leer. Der Rest ist mit winzig kleinen Eianlagen angefüllt, die zum größten Teil überhaupt noch keine Dottersubstanzen im Eiplasma erkennen lassen und daher glashell sind.

Es dürfte sich in diesem Fall um ein Weibchen der ersten Generation gehandelt haben. Auch die überwinternden Weibchen der 2. (vielleicht sogar der 3.) Generation zeigen eine ähnliche Entwicklung der Ovarien. Bei ihnen setzt die Weiterentwicklung der Eier vermutlich erst im Frühjahr nach der Überwinterung ein. Es ist klar, daß in diesem Fall noch eine sehr weitgehende postmetabole Eientwicklung stattfinden muß, bis der Falter zur Eiablage bereit ist. Wie aus den Vorgängen bei der Überwinterung zu schließen ist, wird dieser Entwicklungsvorgang wie die meisten derartigen Entwicklungsprozesse im Insektenorganismus durch die Temperatur weitgehend beeinflußt, d. h., durch niedere Temperatur verlangsamt resp. sistiert, durch hohe dagegen beschleunigt.

f) Sphinx (Hyloicus) pinastri L.

Die Ovarien des Kiefernschwärmers sind beim Ausschlüpfen aus der Puppe wesentlich weiter entwickelt, als die der meisten Tagfalter. Bei frischgeschlüpften Weibchen ist der Fettkörper bereits zum größten Teil aufgebraucht und nur noch schwach entwickelt. In den Ovarien finden sich schon zahlreiche legereife Eier, von denen in der Regel auch schon einige in die Ausführgänge übergetreten sind. Da es nicht schwer ist, den Kiefernschwärmer in der Gefangenschaft zur Begattung und Eiablage zu bringen, konnten hier ausführlichere Beobachtungen über die postmetabole Eientwicklung und über die Eiablage gemacht werden. Meine Versuche und Auszählungen sind in der folgenden Tabelle kurz zusammengefaßt:

Tabelle 1.

Sphinx pinastri L. Auszählung der Eier.

Nr.	Geschlüpft am	Getötet am	Gestorben am	Alter[1])	Begattet (b) unbegattet (u)	Legereife Eier			
						Ausführgänge	Ovarien	abgelegt	Gesamtzahl
1.	11. V.	11. V.	—	0	u	—	56	—	56
2.	19. IV.	19. IV.	—	5 Std.	u	—	129	—	129
3.	6. V.	7. V.	—	24 Std.	u	9	80	—	89
4.	18. IV.	—	27. IV.	9 Tg.	b	6	—	161	167
5.	30. IV.	—	10. V.	10 Tg.	b	—	—	254	254
6.	5. V.	—	16. V.	11 Tg.	b	6	8	194	208

[1]) Unter der Rubrik „Alter" bedeutet 0 hier, wie in den folgenden Tabellen, daß der betr. Falter in frisch geschlüpftem Zustand (Flügel noch nicht entfaltet) untersucht wurde.

Es sei noch ergänzend hinzugefügt, daß frischgeschlüpfte Weibchen, die ich mit Männchen zusammenbrachte, alsbald die Copula eingingen. In einem Fall, bei dem Beginn und Ende der geschlechtlichen Vereinigung beobachtet werden konnte, dauerte dieselbe von 9—12½ Uhr, also 3½ Stunden. Die Untersuchung von begatteten Weibchen, die nach erfolgter Eiablage gestorben waren, zeigte, daß der Fettkörper völlig aufgebraucht, und die Kittdrüsen entleert waren; die legereifen Eier waren sämtlich abgelegt, dagegen enthielten die Eischläuche stets noch Eianlagen in großer Menge.

Zusammenfassend läßt sich demnach unter Berücksichtigung der in der Tabelle niedergelegten Ergebnisse über *Sph. pinastri* folgendes sagen:

1. Frischgeschlüpfte Weibchen bringen einen Vorrat von 50—100 legereifen Eiern aus der Puppe mit.
2. Diese Zahl vermehrt sich infolge postmetaboler Entwicklung von Eianlagen auf das 2—3fache. Dabei wird der noch vorhandene Fettkörper völlig aufgebraucht.
3. Das Weibchen ist sofort nach dem Schlüpfen begattungsfähig. Begattete Weibchen erreichen ein Alter von 9—11 Tagen.
4. Die Zahl der abgelegten Eier beträgt durchschnittlich 200 und variiert in weiten Grenzen (161—254).
5. Sämtliche legereifen Eier gelangen zur Ablage; höchstens bleiben geringe, praktisch bedeutungslose Reste in den Geschlechtsausführgängen und den Basalabschnitten der Eischläuche zurück.
6. Zahlreiche Eianlagen entwickeln sich nicht zu legereifen Eiern, sondern bleiben in den Endabschnitten der Eischläuche nach erfolgter Eiablage zurück. Ihre Zahl ist infolge der postmetabolen Eientwicklung gegenüber der bei frischgeschlüpften Weibchen stark verringert, aber immerhin noch beträchtlich.

g) Dasychira pudibunda L.

Wie im 1. Teil dieser Arbeit bereits mitgeteilt wurde, sind die Eischläuche frischgeschlüpfter Weibchen von *D. pudibunda* fast völlig von legereifen Eiern ausgefüllt, die auch bereits in die Ausführgänge übergetreten sind. Auf Grund dieses Befundes wurde die Vermutung ausgesprochen, daß eine postmetabole Entwicklung von Eianlagen zu legereifen Eiern bei diesem Falter offenbar nicht stattfinde. Um hierüber Klarheit zu gewinnen, wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Ergebnisse in der folgenden Tabelle niedergelegt sind: (Siehe Tabelle 2.)

Die Ergebnisse der in dieser Tabelle niedergelegten Zählungen sind für unser Problem von großer Bedeutung. Die ersten 4 Versuchstiere (Nr. 1—4) wurden in frischgeschlüpftem Zustande untersucht und enthielten 410—471, im Durchschnitt 444 legereife Eier. Die eines natürlichen Todes gestorbenen Falter (Nr. 7—9) hatten im Durchschnitt ebenfalls genau 444 Eier erzeugt, wenn man die abgelegten und die im Geschlechtsapparat zurückgebliebenen Eier zusammenzählt. Es geht daraus

Tabelle 2.

D. pudibunda. Versuche im Jahre 1928; die Puppen hatten bei Zimmertemperatur überwintert.

Nr.	♀ geschlüpft am	Getötet am	Gestorben am	Alter in Tagen	Begattet (b) oder unbegattet (u)	Abgelegte Eier	Legereife Eier im Genitalapparat	Gesamtzahl der entwickelten Eier
1.	30. I.	30. I.	—	0	u	—	410	410
2.	30. I.	30. I.	—	0	u	—	432	432
3.	30. I.	30. I.	—	0	u	—	461	461
4.	30. I.	30. I.	—	0	u	—	471	471
5.	31. I.	2. II.	—	2	u	—	464	464
6.	27. I.	2. II.	—	6	b	388	74	462
7.	22. II.	—	1. III.	8	u	213	222	435
8.	30. I.	—	9. II.	10	b	434	12	446
9.	7. III.	—	20. III.	13	u	120	332	452

hervor, daß eine postmetabole Eientwicklung bei *D. pudibunda* nicht stattfindet.

Weiter ist ersichtlich, daß die normale Lebensdauer eines *Pudibunda*-Weibchens 8—13 Tage beträgt, und daß die legereifen Eier von begatteten Weibchen fast völlig zur Ablage gelangen (Nr. 8). Unbegattete Weibchen (Nr. 7 und 9) legen dagegen nur einen geringen Teil ihres Eivorrates ($^1/_4$—$^1/_2$) ab, obwohl die Zahl der von ihnen entwickelten legereifen Eier genau so groß ist, wie die begatteter Weibchen.

Um über den zeitlichen Verlauf der Ablage beim normal begatteten Weibchen Aufschluß zu erhalten, wurde ein am 30. 1. 28 geschlüpftes Weibchen (Nr. 8 der vorstehenden Tabelle) sofort mit einem am gleichen Tage geschlüpften Männchen in einem Zuchtgefäß isoliert. Die einzelnen Phasen der Eiablage gehen aus dem folgenden gekürzten Auszug aus meinem Beobachtungsprotokoll hervor: (Siehe Tabelle 3.)

Die Eiablage war stets während der Nacht erfolgt. Tagsüber saßen die beiden Falter regungslos in ihrem Zuchtgefäß. Am 9. II. wurde das tote Weibchen sofort präpariert. Im Ovar fanden sich noch 12 legereife Eier vor, die Ausführgänge waren leer. Insgesamt waren demnach 446 vollentwickelte Eier erzeugt worden. Interessant ist, daß auch die Endabschnitte der Eiröhren fast völlig leer waren, so daß eine Degeneration der dort anfangs vorhanden gewesenen Eianlagen bis auf wenige postmetabol erfolgt sein muß. Darauf deutet auch der Befund hin, daß in der in den Eiröhren vorhandenen Flüssigkeit einzelne lose Zellgruppen flottierten. Es ist möglich, daß hierdurch nach dem Verbrauch des Fettkörpers der Stoffwechsel des Falters wenigstens teilweise bestritten wird.

Die Eiablage vollzieht sich also in der Weise, daß das Weibchen in der der Copula folgenden Nacht mit der Eiablage beginnt, und gleich

Tabelle 3.

D. pudibunda. Verlauf der Eiablage.

Datum	Zahl der abgelegten Eier	Bemerkungen
30 I.	—	♂ und ♀ geschlüpft und isoliert.
31. I.	—	Früh morgens Copula beobachtet.
1. II.	334	Die Eiablage war in Form von 2 Eiplatten erfolgt, von denen die erste 180, die zweite 154 Eier enthielt.
2. II.	—	—
3. II.	26	—
4. II.	19	—
5. II.	17	—
6. II.	16	—
7. II.	12	—
8. II.	9	—
9. II.	1	♀ tot, ♂ zeigt noch schwache Lebenszeichen.

den größten Teil seines Eivorrates (in dem vorliegenden Fall genau $^3/_4$ desselben) absetzt. In den folgenden Nächten wird der in dem Geschlechtsapparat noch verbliebene Eivorrat bis auf einen geringen Rest abgelegt und zwar in der Weise, daß in jeder Nacht weniger Eier abgelegt werden, als in der vorhergehenden.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

1. *D. pudibunda* bringt ihren Gesamtvorrat an legereifen Eiern bereits aus der Puppe mit. Eine postmetabole Eientwicklung findet nicht statt. Im Zusammenhang damit steht das bereits im 1. Teil erwähnte Vorhandensein von Duftorganen beim Weibchen.
2. Die Zahl der entwickelten legereifen Eier beträgt durchschnittlich 440—450, die fast restlos zur Ablage gelangen. Die Eiablage erfolgt nur nachts.
3. Die Lebensdauer begatteter Weibchen beträgt etwa 10 Tage; in ihrem Verlauf tritt eine Degeneration der nicht zur Entwicklung gelangenden Eianlagen in den Ovarien ein, die vielleicht zur Bestreitung des Stoffwechsels des Falters beiträgt.

h) Lymantria monacha L.

Das Aussehen der Ovarien frischgeschlüpfter Nonnenweibchen wurde bereits im 1. Teil dieser Arbeit kurz geschildert. Ich wiederhole hier nochmals, daß die Eischläuche der Nonne durch einen deutlichen ringförmigen Wulst in 2 Teile geschieden sind. Sprengel (1928) hat auf diese Grenze bereits aufmerksam gemacht, und sie auf einer Abbildung eines Eischlauches auch angegeben, die morphologische Bedeutung derselben war ihr jedoch unklar und sie glaubt, daß eine spätere histologische

Untersuchung sich mit ihr näher befassen müsse. Demgegenüber sei bemerkt, daß Schneider bereits im Jahre 1915 die histologischen Verhältnisse, sowie die genetischen Vorgänge, die zum Zustandekommen dieser Zweiteilung führen, in allen Einzelheiten klargelegt hat. Der unterhalb des erwähnten Ringwulstes gelegene, basale Teil des Eischlauches, der an die Ausführgänge anschließt, ist der Eiröhrenstiel, der oberhalb davon liegende, in die Endkammer übergehende Teil dagegen die eigentliche Eiröhre. Die beiden Abschnitte entstehen im Verlauf der Entwicklung des Geschlechtsapparates aus genetisch verschiedenem Material. Sie verschmelzen bei den meisten Schmetterlingen jedoch so vollkommen miteinander, daß am fertig ausgebildeten Ovar die Grenze nicht mehr zu erkennen ist; nur bei wenigen Arten, unter ihnen *monacha*, bleibt diese Grenze auch am fertigen Ovar in Gestalt eines Ringwulstes erhalten. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die Arbeit Schneiders, sowie auf meine Darstellung im 1. Teil, verwiesen. Die Bezeichnungen Eiröhre und Eiröhrenstiel werden auch hier öfters wiederkehren, da die beiden Abschnitte bei der postmetabolen Eientwicklung verschiedene Aufgaben haben.

Untersucht man die Ovarien weiblicher Nonnen, gleichviel, welchen Alters, so findet man stets, daß nur der Eiröhrenstiel fertigentwickelte, legereife Eier enthält, daß dagegen die Eiröhre mit Eianlagen angefüllt ist, die meist noch mit Nährzellen versehen, zum mindesten aber noch von dem Follikel umgeben sind. Die Eiröhre ist demnach die Stätte der Eientwicklung, der Eiröhrenstiel dagegen das Reservoir für die fertig entwickelten, legereifen Eier. Dies ist nicht bei allen Schmetterlingen so, bei vielen Arten finden wir im Verlauf der Entwicklung Eifächer mit Nährzellen, die auch in den Eiröhrenstiel hineinrücken und sich dort fertig entwickeln.

Bei der Nonne kommt diese verschiedenartige Funktion der beiden Abschnitte des Eischlauches auch in den Beziehungen zu anderen Organsystemen zum Ausdruck. Stets sehen wir, daß die Eiröhren dicht von dem Fettkörper umlagert sind, von dem sie sich schwer loslösen lassen, und der die Nährstoffe für die wachsenden Eianlagen zu liefern hat. Außerdem sind die Eiröhren von einem dichten Tracheennetz umsponnen, dessen Reste als zottiger Besatz haften bleiben, wenn man die Ovarien freipräpariert. Die Eiröhrenstiele dagegen liegen frei in der Leibeshöhle und zeigen weder jene innige Verbindung mit dem Fettkörper, noch die reiche Tracheenversorgung wie jene.

Untersucht man die Ovarien frischgeschlüpfter Falter, so findet man im ganzen etwa 60—100 legereife Eier in dem Eiröhrenstiel (siehe Tabelle 4 Nr. 1—5), und außerdem noch etwa 23 dotterhaltige Eianlagen in jeder Eiröhre. Meine frühere Angabe, daß bei frischgeschlüpften Weibchen 40—50 legereife Eier vorhanden seien, dürfte demnach etwas niedrig gegriffen sein. Einige Eier (4—7) sind bereits in die Ausführgänge übergetreten.

Tabelle 4.

Lymantria monacha L. Auszählungen der Ovarien unbegatteter Weibchen (1929).

Nr.	Geschlüpft	Getötet	Gestorben	Alter	Legereife Eier				
					Ausführgänge	linkes Ovar	rechtes Ovar	abgelegt	Gesamtzahl
1.	4. VII.	4. VII.	—	0	5	30	32	—	67
2.	12. VII.	12. VII.	—	0	6	36	35	—	77
3.	9. VII.	9. VII.	—	0	7	38	35	—	80
4.	4. VII.	4. VII.	—	0	5	48	35[1])	—	88
5.	11. VII.	11. VII.	—	0	4	53	50	—	107
6.	2. VII.	2. VII.	—	1. Std.	4	48	45	—	97
7.	27. VI.	27. VI.	—	5. Std.	7	52	48	—	107
8.	3. VII.	3. VII.	—	7. Std.	8	38	37	—	83
9.	9. VII.	10. VII.	—	15. Std.	6	45	49	—	100
10.	2. VII.	3. VII.	—	17. Std.	5	38	43	—	86
11.	4. VII.	5. VII.	—	24. Std.	7	59	54	—	120
12.	4. VII.	6. VII.	—	43. Std.	5	44	51	—	100
13.	9. VII.	11. VII.	—	45. Std.	5	46	50	—	101
14.	4. VII.	8. VII.	—	92. Std.	6	24	17	15	62
15.	12. VII.	18. VII.	—	6 Tg.	5	60	52	—	117
16.	4. VII.	—	11. VII.	7 Tg.	6	36	37	21	100
17.	4. VII.	—	11. VII.	7 Tg.	8	43	28	9	88
18.	12. VII.	—	19. VII.	7 Tg.	10	56	68	—	134
19.	4. VII.	—	12. VII.	8 Tg.	11	82	79	—	172
20.	4. VII.	—	13. VII.	9 Tg.	70			54	124
21.	5. VII.	—	14. VII.	9 Tg.	37			88	125
22.	5. VII.	—	14. VII.	9 Tg.	132			—	132
23.	12. VII.	—	23. VII.	11 Tg.	9	48	54	41	152
24.	5. VII.	—	17. VII.	12 Tg.	6	40	33	80	159

Wie aus vorstehender Tabelle weiter hervorgeht, wächst die Zahl der legereifen Eier durch postmetabole Entwicklung auf das Doppelte bis 3fache, so daß ein Weibchen im ganzen 130—170 Eier erzeugt. Eine so schnelle postmetabole Entwicklung, wie sie von Sprengel (1928) angegeben wird, konnte ich nicht beobachten. Wie man aus meiner Tabelle ersieht, waren zur Erzeugung der vollen Eizahl etwa 8 Tage erforderlich.

Die Eizahl der Nonne wird von den verschiedenen Autoren recht verschieden angegeben. In meinen Zuchten betrug sie nicht über 176, der Höchstzahl, die ein begattetes Weibchen ablegte. Sprengel (1928) gibt „die Zahl der abgelegten Eier laut Literatur“ mit 260 an. Diese Zahl, die sich bei Nüßlin-Rhumbler (1927) findet, erscheint mir etwas zu hoch. Ratzeburg (1840) schreibt, daß die Eizahl der Nonne bis

[1]) Im rechten Ovar nur 3 Eischläuche vorhanden.

150 Stück, nach Jördens sogar bis 170 betrage. Barbey (1925) spricht von 20—100 Stück, und Lederer (1923) teilt mit, daß die durchschnittliche Zahl 100—150 Stück betragen dürfte. Auch Wolff und Krauße (1922) geben 150 Eier als Durchschnitt für ein Nonnenweibchen an. Die Angaben von Ratzeburg wie auch von Lederer und Wolff und Krauße stimmen mit meinen Befunden gut überein; im übrigen herrschen große Unterschiede in den Einzelangaben. Es scheint jedenfalls sicher, daß die Eizahl von verschiedenen endogenen und exogenen Faktoren abhängig ist, deren Studium für die Lehre von den Gradationen von größter Bedeutung sein wird. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die zur Massenvermehrung neigenden Schmetterlingsarten bei Beginn einer Gradation eine erhöhte Fruchtbarkeit aufweisen, bei der Retrogradation dagegen eine stark herabgeminderte, und daß neben anderen Faktoren dieser Umstand für das Zustandekommen resp. den Zusammenbruch einer Kalamität nicht ohne Bedeutung ist.

Aus der Tabelle geht noch hervor, daß unbegattete Weibchen ein Alter von 7—12 Tagen erreichen, und daß sie ihren Eivorrat nur zu einem geringen Teil absetzen, ja manchmal (Nr. 18, 19 u. 22) überhaupt keine Eier ablegen. Begattete Weibchen werden nicht so alt wie unbegattete. Das höchste Alter, das ein begattetes Weibchen in meinen Zuchten erreichte, war 9 Tage. Im Gegensatz zu nicht begatteten Weibchen legen sie ihren gesamten Eivorrat ab, so daß die Ovarien dann völlig leere kollabierte Schläuche darstellen. Höchstens findet man im ganzen Geschlechtsapparat noch 2 oder 3 legereife Eier im Basalteil des einen oder anderen Eischlauches, oder in den Ausführgängen zurückgeblieben.

Die Vorgänge der postmetabolen Eientwicklung sind bei der Nonne von dem größten Interesse und sind dargestellt durch die Bilderserie Abb. 2. Bei frisch geschlüpften Weibchen enthalten die Eiröhren, wie bereits erwähnt wurde, eine ganze Anzahl von ziemlich weit entwickelten Eianlagen, von denen die am meisten basalwärts gelegenen bereits keine Nährzellen mehr besitzen, und nur noch vom Follikel umgeben sind. Dementsprechend ist die Eiröhre von bedeutender Ausdehnung und zwar ebenso lang oder noch länger als der Eiröhrenstiel. Dies ändert sich sehr bald. Aus der Eiröhre treten Eier in den Eiröhrenstiel über. Letzterer wird dadurch länger, die Eiröhre dagegen kürzer. Dieser Vorgang setzt sich so lange fort, bis die endgültige Zahl der legereifen Eier erreicht ist. Aber schon vor diesem Zeitpunkt setzt ein anderer Prozeß ein, nämlich die Resorption der restlichen Eianlagen in der Eiröhre. Da ja nicht alle Eianlagen in den Eiröhren auch zu legereifen Eiern werden, bleibt ein Teil derselben übrig. Dieser Teil beginnt etwa vom 3. Tage nach dem Schlüpfen der Degeneration anheim zu fallen. Bei einigen Faltern war bereits am 6. Tage die Resorption so weit fortgeschritten, daß man keine Eianlagen in den Eiröhren mehr erkennen konnte. Diese

waren zu einer gelblichen Masse zerfallen. Betrachtete man in diesem Stadium den Inhalt der Eiröhren unter dem Mikroskop, so konnte man einzelne lose Zellgruppen in dem Substrat flottieren sehen: die zerfallenden Reste der Nähr- und Eizellen. Vom 7. Tage an war die Resorption in der Regel beendet, und die Eiröhren völlig leer. Gleichzeitig kontrahieren sich diese beträchtlich und schrumpfen zusammen, so daß sie schließlich nur noch als kleine Anhängsel an dem durch die Masse der legereifen Eier

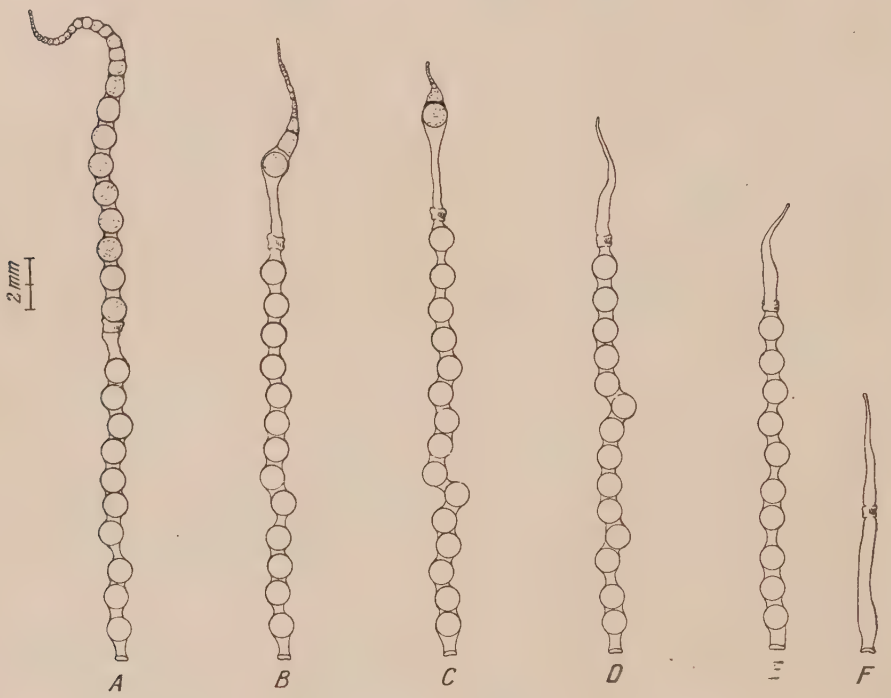


Abb. 2. *Lymantria monacha* L. Eischläuche von Weibchen verschiedenen Alters, an denen die fortschreitende Degeneration der Eianlagen zu sehen ist. (Die Eianlagen in den Eiröhren sind durch Punktierung gekennzeichnet.)

A frisch geschlüpft (Nr. 5 der Tabelle 4).
B 5 Tage alt, unbegattet.
C 6 Tage alt, unbegattet (Nr. 15 der Tabelle 4).
D 7 Tage alt, unbegattet (Nr. 18 der Tabelle 4).
E 12 Tage alt, unbegattet, Eier zum Teil abgelegt (Nr. 24 der Tabelle 4).
F 10 Tage alt, begattet, Eier alle abgelegt. (Das ganze Ovar zeigt Abb. 3.)

gewaltig ausgedehnten Eiröhrenstiel ansitzen. Werden die Eier abgelegt, und damit auch die Eiröhrenstiele ihres Inhaltes beraubt, so schrumpfen auch sie stark zusammen, so daß die völlig leeren Ovarien dann ganz erheblich an Größe eingebüßt haben (Abb. 3). Die Resorption der Eianlagen, die ich schon von *D. pudibunda* beschrieben habe, dürfte auch hier wahrscheinlich zur Bestreitung des Stoffwechsels des Falters nach dem Verschwinden des Fettkörpers, der schon nach 2 Tagen völlig aufgebraucht ist, erfolgen. Die histologischen Einzelheiten dieses Vorganges

sind meines Wissens noch nicht bekannt, doch wäre es sicherlich lohnend, dieselben einmal genauer zu verfolgen.

Zusammenfassend läßt sich auf Grund dieser Untersuchungen über die Nonne folgendes sagen:

1. Die Ovarien frischgeschlüpfter Weibchen enthalten 60—100 legereife Eier, von denen einige bereits in die Ausführgänge übergetreten sind.
2. Diese Zahl wächst durch postmetabole Eientwicklung auf das Doppelte bis 3fache an, wozu etwa 8 Tage erforderlich sind. Die gesamte Eizahl der Nonne beträgt 130—170.
3. Unbegattete Weibchen erreichen ein Alter von 7—12 Tagen und legen ihren Eivorrat nur zu einem geringen Teil ab.
4. Begattete Weibchen werden nicht so alt wie unbegattete und legen ihren gesamten Eivorrat ab, so daß die Ovarien völlig entleert werden.
5. Legereife Eier finden sich nur in dem Eiröhrenstiel; die Entwicklung der Eier findet in den eigentlichen Eiröhren statt. Die nicht zur Entwicklung gelangenden Eianlagen in letzterem fallen im Laufe des postmetabolen Lebens der Resorption anheim, ein Vorgang, der wahrscheinlich nach dem Verbrauch des Fettkörpers zur Bestreitung des Stoffwechsels des Falters dient.

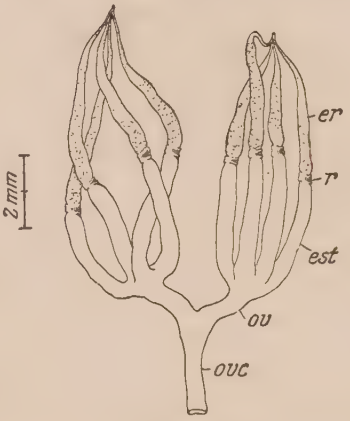


Abb. 3. *Lymantria monacha* L.
Ovarien eines 10 Tage alten, nach erfolgter Begattung und Eiablage gestorbenen Weibchens. (Eiröhren punktiert.)
er Eiröhre.
est Eiröhrenstiel.
ov Oviduct.
ovc Oviductus communis.
r Ringwulst (Grenze zwischen Eiröhre und Eiröhrenstiel).

i) Dendrolimus pini L.

Frischgeschlüpfte Weibchen des Kiefernspinners haben etwa 140 legereife Eier im Geschlechtsapparat, von denen einige bereits in die Ausführgänge eingetreten sind. Diese Zahl erhöht sich durch postmetabole Eientwicklung ungefähr auf das Doppelte, wie aus der Zahl der von begatteten Weibchen abgelegten Eiern hervorgeht. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Eizahl begatteter Weibchen in meinen Zuchten, die dadurch festgestellt wurde, daß aus einem großen Zuchtkäfig die in Copula befindlichen Pärchen in besonderen Zuchtgefäßen mit einem Stück Kiefernrinde isoliert, und die abgelegten Eier ausgezählt wurden.

Die durchschnittliche Eizahl eines Weibchens beträgt demnach 254 Stück. Wolff und Krauße schreiben über die Eizahl des Spinners: „Die Gesamtzahl der im befruchteten Zustand zur Ablage gelangenden

Tabelle 5.

Dendrolimus pini L. Eizahl begatteter Weibchen.

Nr.	Copula	Gestorben	Alter (von der Copula an gerechnet)	Zahl der abgelegten Eier
1.	27. VI.	5. VII.	8 Tg.	230
2.	27. VI.	5. VII.	8 Tg.	283
3.	3. VII.	11. VII.	8 Tg.	329
4.	26. VI.	5. VII.	9 Tg.	105
5.	28. VI.	8. VII.	10 Tg.	216
6.	28. VI.	8. VII.	10 Tg.	330
7.	27. VI.	7. VII.	10 Tg.	290
8.	28. VI.	8. VII.	10 Tg.	251
9.	27. VI.	8. VII.	11 Tg.	306
10.	3. VII.	15. VII.	12 Tg.	205

Eizahl: Minimum . . . 105 Alter: Maximum . . . 12 Tage
Maximum . . . 330 Minimum . . . 8 „
Durchschnitt . . 254 Durchschnitt . 9,6 „

Eier überschreitet im Mittel 210 Stück nicht. Der Gesamteivorrat des Weibchens kann die Zahl von 330 Stück erreichen, die jedoch kaum jemals sämtlich zur Ablage gelangen, da das Weibchen vor Verbrauch des Gesamteivorrates an Erschöpfung zu sterben pflegt.“ Die von mir gefundene Eizahl ist demnach etwas größer, als die von Wolff und Krauße angegebene. Sie schwankt allerdings auch hier wieder in ziemlich weiten Grenzen (105—330 Stück).

Was die zweite Angabe der genannten Autoren betrifft, so wird sie durch meine Untersuchungen in keiner Weise bestätigt. Es zeigte sich vielmehr, daß begattete Weibchen in der Regel ihren gesamten Eivorrat ablegen, so daß die Eischläuche solcher Tiere, die nach der Ablage gestorben sind, völlig leer sind. Höchstens bleibt noch das eine oder andere Ei in den Ausführgängen oder dem Basalteil der Eischläuche zurück.[1])

Die Endabschnitte der Eiröhren enthalten bei frischgeschlüpften Weibchen noch zahlreiche Eianlagen. Diese Eianlagen entwickeln sich nur zum Teil postmetabol zu legereifen Eiern, der Rest wird auch hier in ähnlicher Weise wie bei der Nonne resorbiert, so daß bei Weibchen, die nach der Ablage gestorben sind, auch die Endabschnitte der Eiröhren leer sind und selbst in der äußersten Spitze keine Eianlagen mehr enthalten. Das Alter begatteter Weibchen beträgt, wie aus der Tabelle hervorgeht, im Durchschnitt 10 Tage.

Unbegattete Weibchen legen nur einen Teil ihres Eivorrates ab, so daß noch legereife Eier in größerer Anzahl in den Eischläuchen zurückbleiben.

[1]) Eckstein (1911) fand auf Grund umfangreichen Materiales, daß bei begatteten ♀♀ durchschnittlich nur 2,5% der legereifen Eier im Ovar zurückbleiben.

Sehr interessant ist es, daß bei solchen Tieren auch die Eianlagen nicht oder wenigstens nicht völlig resorbiert werden, wie bei begatteten Tieren, wie in einem Falle festgestellt werden konnte. Auch das Lebensalter unbegatteter Weibchen ist in der Regel höher als das begatteter Tiere.

Zusammenfassend läßt sich demnach über den Kiefernspinner sagen:

1. Frischgeschlüpfte Weibchen enthalten etwa 140 legereife Eier, sowie zahlreiche Eianlagen.
2. Die Zahl der legereifen Eier nimmt durch postmetabole Entwicklung beträchtlich zu, und zwar steigt sie ungefähr auf das Doppelte.
3. Ein begattetes Weibchen legt im Durchschnitt 250 Eier ab und erreicht ein Alter von etwa 10 Tagen.
4. Begattete Weibchen legen ihren Gesamtvorrat an legereifen Eiern ab, der zurückbleibende Rest von Eianlagen fällt der Resorption anheim.
5. Unbegattete Weibchen werden in der Regel älter als begattete. Sie legen nur einen Teil ihres Eivorrates ab, und die Resorption der Eianlagen scheint zu unterbleiben.

k) Panolis piniperda Panz.

Über den Vorgang der Eireifung bei der Forleule habe ich bereits in einer vorläufigen Mitteilung kurz berichtet (Eidmann, 1928). Die dort wiedergegebenen Beobachtungen habe ich inzwischen aus Mangel an Material kaum wesentlich erweitern können, so daß ich im folgenden in der Hauptsache nur eine erweiterte Darstellung meiner damaligen Mitteilung geben kann. Das Material, das den folgenden Angaben zugrunde liegt, verdanke ich vor allem der liebenswürdigen Vermittlung von Herrn Geheimrat Eckstein, Eberswalde. Die Puppen überwinterten bei Zimmertemperatur, die Falter schlüpften in den ersten Monaten des Jahres 1928 aus.

Frischgeschlüpfte Weibchen der Forleule besitzen noch einen stark entwickelten Fettkörper. Die Eischläuche sind in der Regel stark gefüllt, doch sind meist die Ausführgänge noch leer, ja der Basalabschnitt der Eischläuche selbst kann noch in einer Ausdehnung von einigen Millimetern frei von Eiern sein. Über die Zahl legereifer Eier in den Ovarien frischgeschlüpfter Eulen habe ich in der genannten Mitteilung, wie in dem ersten Teil dieser Arbeit, bereits berichtet. Es geht daraus hervor, daß im Durchschnitt etwa 80—100 legereife Eier vorhanden sind. Die Zahl der noch nicht fertig entwickelten Eianlagen ist sehr groß, so daß die Länge der Eischläuche als relativ bedeutend zu bezeichnen ist. Man kann sagen, daß etwa $^3/_4$ eines Eischlauches von Eianlagen, und nur $^1/_4$ von legereifen Eiern ausgefüllt ist. Die Zahl der zählbaren Eianlagen ist sehr groß, und beläuft sich auf 40—80 pro Eischlauch. Die Zahl der legereifen Eier und Eianlagen zusammen erreicht somit eine gewaltige Höhe (im Mittel über 500), und dadurch wurden viele Autoren irregeführt, indem sie annahmen, daß die Forleule auch imstande wäre, diese Zahl zur vollen Entwicklung und Ablage zu bringen.

Wir wissen nun, daß die Forleule niemals so viele Eier ablegt. Insbesondere sind wir durch die Untersuchungen von Eckstein (1924) und Sachtleben (1927 u. 1929) genauer über die normale Eizahl und Eiablegetätigkeit der Eule unterrichtet. Der erstgenannte Autor ermittelte als Durchschnittswert 150, im Maximum 291 Eier, die von einem Weibchen abgelegt wurden. Sachtleben nimmt als Höchstzahl, die nur ausnahmsweise überschritten wird, 250—260 an. Dadurch werden die älteren Beobachtungen von Escherich und Baer (1910) bestätigt, die Zahlen um 200 herum gefunden haben. In meinen Zuchten legte ein Weibchen 154 Eier ab, und 2 andere, unbegattete Weibchen hatten 216 und 220 legereife Eier produziert, von denen allerdings, wie nach den seither mitgeteilten Befunden bei anderen Arten zu erwarten war, nur ein geringer Teil abgelegt wurde. Meine Befunde decken sich demnach mit den obigen Angaben.[1])

Diese Zahlen lehren uns im Hinblick auf die Befunde bei frisch geschlüpften Weibchen 2 wichtige Tatsachen, nämlich 1., daß die Zahl der legereifen Eier bei der Forleule sich durch postmetabole Entwicklung etwa auf das Doppelte erhöhen muß, und 2. daß nur ein geringer Teil der Eianlagen sich zu legereifen Eiern entwickelt.

Nach Sachtleben beginnt die Eiablage meist am 4.—9. Tage nach dem Schlüpfen, und erstreckt sich durchschnittlich über 14 Tage. Während dieser Zeit muß sich also die postmetabole Entwicklung der Eier in den Ovarien abspielen. Sprengels (1928) Ergebnisse über die Eientwicklung der Forleule sind sehr unklar. Nach ihren Beobachtungen soll die Zahl der „reifen" Eier (gemeint sind hier die legereifen Eier; siehe hierzu Teil I, S. 12) in 24 Stunden von 78 auf 439, also um 361 angewachsen sein, einer Zahl, die normalerweise überhaupt nicht erreicht wird.

Die Vorgänge der postmetabolen Eientwicklung stehen bei der Forleule einzig da unter allen von mir untersuchten Schmetterlingen. Sie spielen sich in der Weise ab, daß schon wenige Tage nach dem Schlüpfen in der anfangs gleichmäßig sich vergrößernden Reihe der Eianlagen eine deutliche Grenze sich bemerkbar macht (Abb. 4). Dieselbe liegt etwa in der Mitte des Eischlauches, meist jedoch etwas nach der Basis hin verschoben und ist daran kenntlich, daß hier die basalwärts gelegenen Eier ganz plötzlich größer werden, während die Reihe der distal gelegenen Eianlagen offenbar in der Entwicklung stehen geblieben ist und sich nicht mehr vergrößert hat. Mit zunehmendem Alter des Falters wird diese Grenze immer deutlicher, und schließlich sitzt die Reihe der Eianlagen dem Basalabschnitt des Eischlauches, der durch die legereifen Eier dick aufgetrieben ist, wie ein dünner Rattenschwanz an. Es ist also so, daß nur von einem ganz bestimmten Punkt ab die Eianlagen sich postmetabol

[1]) Die während der letzten Korrektur erschienene Arbeit von Zwölfer (1931), die meine Ergebnisse zum größten Teil bestätigt, konnte leider nicht mehr berücksichtigt werden. Zwölfer gibt als Eizahl („absolute Eizahl", siehe die genannte Arbeit) der Forleule 190 an.

zu legereifen Eiern weiter entwickeln, der Rest dagegen in der Entwicklung stehen bleibt.

Begattete Weibchen legen nun ihren gesamten Vorrat an legereifen

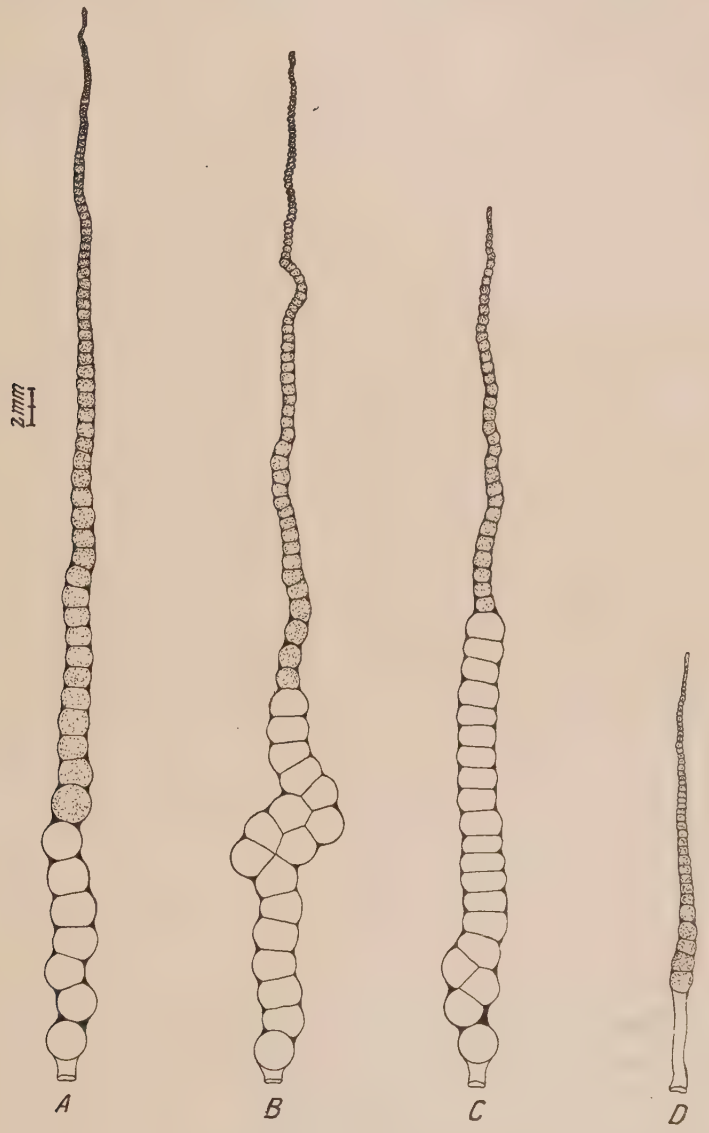


Abb. 4. *Panolis piniperda* Panz.
Eischläuche von Weibchen verschiedenen Alters. (Die Eianlagen sind punktiert, die legereifen Eier weiß.) A = frisch geschlüpft. B = 3 Tage alt, unbegattet. C = 13 Tage alt, unbegattet. D = begattet, Eier alle abgelegt.

Eiern ab, so daß nach der Eiablage keine legereifen Eier mehr im Ovar zu finden sind. Da jedoch nicht, wie bei vielen anderen Schmetterlingen, die Eianlagen der Resorption anheimfallen, bleiben diese in dem Eischlauch

zurück. Das Ovar macht nunmehr einen durchaus unentwickelten Eindruck, und enthält nur Eianlagen, wie es bei vielen frischgeschlüpften anderen Schmetterlingsarten der Fall ist, die ihren gesamten Vorrat an legereifen Eiern erst postmetabol entwickeln. Man ersieht daraus, daß man aus dem Zustand der Ovarien bei den Schmetterlingen nicht ohne weiteres einen Rückschluß darauf tun kann, ob der Falter schon Eier abgelegt hat oder nicht, wie es frühere Autoren vielfach getan haben, sondern daß dazu eine genaue Kenntnis der postmetabolen Entwicklungsvorgänge am Ovar notwendig ist.

Unbegattete Weibchen legen, wie nach den Ergebnissen bei den anderen Arten zu erwarten war, nur einen Teil ihres Eivorrates ab. So hatte ein unbegattetes Weibchen, das ein Alter von 15 Tagen erreichte, von einem Gesamtvorrat von 220 legereifen Eiern nur 53 abgelegt. Ein anderes wurde 13 Tage alt, entwickelte 216 legereife Eier und hatte von diesen nicht ein einziges abgelegt.

Die Ergebnisse bei der Forleule lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Ovarien frischgeschlüpfter Weibchen enthalten 80—100 legereife Eier, sowie zahlreiche Eianlagen.
2. Die Zahl der legereifen Eier wächst durch postmetabole Entwicklung etwa auf das Doppelte.
3. Nach meinen Beobachtungen legt das Weibchen der Forleule 150 bis 200 Eier ab, eine Zahl, die die Angaben früherer Autoren bestätigt.
4. Im Verlauf der postmetabolen Entwicklung werden die Eianlagen nur von einem bestimmten Punkt ab weiter entwickelt; der im Endabschnitt des Eischlauches liegende Rest bleibt unentwickelt. Er wird aber nicht wie bei anderen Schmetterlingsarten resorbiert, sondern bleibt nach der Eiablage, bei der das Ovar seiner legereifen Eier völlig entledigt wird, in dem Eischlauch zurück.
5. Unbegattete Weibchen entwickeln ebensoviel Eier wie begattete, legen aber nur einen geringen Teil davon oder gar keine ab.

1) Bupalus piniarius L.

Das reiche mir zur Verfügung stehende Material von Kiefernspannerpuppen gestattete eine große Zahl von Auszählungen der Ovarien von begatteten und unbegatteten Weibchen verschiedenen Alters. In den Tabellen 6 und 7 sind die Ergebnisse dieser Auszählungen niedergelegt. Sie sollen zunächst kurz besprochen werden.

Wir ersehen daraus als erstes, daß die Zahl der legereifen Eier in den Ovarien frischgeschlüpfter Weibchen (Nr. 1—20) außerordentlich stark schwankt. Wir finden Zahlen von 0—70, oder pro Eischlauch von 0—9 (Abb. 5); als Durchschnitt berechnet man 36 legereife Eier für ein frischgeschlüpftes Weibchen, oder 4—5 pro Eischlauch. Worauf diese großen Unterschiede, die sich, wie auch aus den Auszählungen anderer

Tabelle 6.

B. piniarius L. Unbegattet.

Nr.	Geschlüpft	Getötet	Gestorben	Alter	Legereife Eier im Genitalapparat	Abgelegt	Gesamtzahl	Bemerkungen
1.	28. II.	28. II.	—	0	—	—	—	Wärmekultur.
2.	7. III.	7. III.	—	0	—	—	—	„
3.	21. III.	21. III.	—	0	—	—	—	„
4.	14. III.	14. III.	—	0	12	—	12	„
5.	8. V.	8. V.	—	0	12	—	12	Normalkultur.
6.	1. III.	1. III.	—	0	16	—	16	Wärmekultur.
7.	8. V.	8. V.	—	0	22	—	22	Normalkultur.
8.	4. VII.	4. VII.	—	0	23	—	23	Kältekultur.
9.	5. VII.	5. VII.	—	0	33	—	33	„
10.	3. VII.	3. VII.	—	0	40	—	40	„
11.	15. V.	15. V.	—	0	40	—	40	Normalkultur.
12.	4. VII.	4. VII.	—	0	45	—	45	Kältekultur.
13.	15. V.	15. V.	—	0	52	—	52	Normalkultur.
14.	3. VII.	3. VII.	—	0	56	—	56	Kältekultur.
15.	15. V.	15. V.	—	0	56	—	56	Normalkultur.
16.	15. V.	15. V.	—	0	56	—	56	„
17.	14. V.	14. V.	—	0	57	—	57	„
18.	3. VII.	3. VII.	—	0	58	—	58	Kältekultur.
19.	21. III.	21. III.	—	0	64	—	64	Wärmekultur.
20.	14. V.	14. V.	—	0	70	—	70	Normalkultur.
21.	4. VII.	5. VII.	—	1 Tg.	34	—	34	Kältekultur.
22.	4. VII.	5. VII.	—	1 Tg.	54	—	54	„
23.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	75	—	75	Normalkultur.
24.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	84	—	84	„
25.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	86	—	86	„
26.	4. VII.	5. VII	—	1 Tg.	90	—	90	Kältekultur.
27.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	91	—	91	Normalkultur.
28.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	92	—	92	„
29.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	109	—	109	„
30.	9. V.	11. V.	—	2 Tg.	36	—	36	„
31.	4. VII.	6. VII	—	2 Tg.	50	—	50	Kältekultur.
32.	6. VII.	8. VII.	—	2 Tg.	54	—	54	„
33.	4. VII.	6. VII	—	2 Tg.	80	—	80	„
34.	14. V.	16. V.	—	2 Tg.	104	—	104	Normalkultur.
35.	14. V.	16. V.	—	2 Tg.	104	—	104	„
36.	14. V.	16. V.	—	2 Tg.	112	—	112	„
37.	14. V.	16. V.	—	2 Tg.	112	—	112	„
38.	14. V.	16. V.	—	2 Tg.	135	—	135	„
39.	3. VII.	—	8. VII.	5 Tg.	46	10	56	Kältekultur.
40.	6. VII.	—	14. VII.	8 Tg.	67	41	108	„
41.	17. II.	—	27. II.	10 Tg.	57	22	79	Wärmekultur.
42.	13. IV.	—	23. IV.	10 Tg.	120	—	120	„

Tabelle 6. (Fortsetzung.)

Nr.	Geschlüpft	Getötet	Gestorben	Alter	Legereife Eier im Genitalapparat	Abgelegt	Gesamtzahl	Bemerkungen
43.	16. V.	—	27. V.	11 Tg.	65	—	65	Normalkultur.
44.	20. III.	—	31. III.	11 Tg.	71	—	71	Wärmekultur.
45.	16. II.	—	27. II.	11 Tg.	104	32	136	„
46.	6. VII.	—	17. VII.	11 Tg.	38	107	145	Kältekultur.
47.	16. V.	—	27. V.	11 Tg.	114	33	147	Normalkultur.
48.	20. III.	—	1. IV.	12 Tg.	35	26	61	Wärmekultur.
49.	22. III.	—	3. IV.	12 Tg.	84	3	87	„
50.	16. V.	—	28. V.	12 Tg.	54	39	93	Normalkultur.
51.	6. VII.	—	19. VII.	13 Tg.	62	9	71	Kältekultur.
52.	9. II.	—	22. II.	13 Tg.	81	23	104	Wärmekultur.
53.	16. V.	—	29. V.	13 Tg.	86	46	132	Normalkultur.
54.	16. V.	—	31. V.	15 Tg.	5	29	34	„

Tabelle 7.

B. piniarius L. Begattet.

55.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	91	—	91	Normalkultur.
56.	14. V.	15. V.	—	1 Tg.	93	—	93	„
57.	3. VII.	—	8. VII.	5 Tg.	35	95	130	Kältekultur.
58.	4. IV.	—	10. IV.	6 Tg.	10	28	38	Wärmekultur.
59.	30. III.	—	5. IV.	6 Tg.	3	41	44	„
60.	30. III.	—	5. IV.	6 Tg.	6	59	65	„
61.	3. VII.	—	9. VII.	6 Tg.	12	77	89	Kältekultur.
62.	3. VII.	—	11. VII.	8 Tg.	1	113	114	„
63.	3. VII.	—	12. VII.	9 Tg.	1	78	79	„
64.	16. V.	—	26. V.	10 Tg.	2	49	51	Normalkultur.
65.	16. V.	—	26. V.	10 Tg.	29	56	85	„
66.	13. IV.	—	23. IV.	10 Tg.	1	92	93	Wärmekultur.
67.	16. V.	—	27. V.	11 Tg.	—	75	75	Normalkultur.
68.	16. V.	—	27. V.	11 Tg.	13	122	135	„
69.	14. II.	—	25. II.	11 Tg.	36	127	163	Wärmekultur.
70.	20. III.	—	1. IV.	12 Tg.	2	72	74	„
71.	30. III.	—	12. IV.	13 Tg.	—	96	96	„
72.	16. V.	—	30. V.	14 Tg.	2	159	161	Normalkultur.
73.	24. II.	—	12. III.	16 Tg.	4	71	75	Wärmekultur.
74.	22. III.	—	7. IV.	16 Tg.	5	71	76	„

Arten hervorgeht, bei sehr vielen Schmetterlingsarten feststellen lassen, zurückzuführen sind, läßt sich nicht ohne weiteres sagen. Die während der Puppenzeit herrschende Temperatur spielt wie in einem späteren Kapitel noch genauer gezeigt werden soll, offenbar nicht die ausschlag-

gebende Rolle, die ich ihr früher zuzuschreiben geneigt war. Es scheint, daß die Provenienz des Materials sowie individuelle Verschiedenheiten nicht ohne Einfluß hierbei sind.

Verfolgt man nun die postmetabole Entwicklung der Ovarien, so sieht man, daß bereits nach einem Tag die Eizahl wesentlich zugenommen hat. Wir zählen dann bereits 34—109, im Durchschnitt 79 legereife Eier, oder etwa 10 pro Eischlauch. Nach 2 Tagen können wir 36 bis 135, im Durchschnitt 87 oder pro Eischlauch etwa 11 legereife Eier zählen.

Betrachten wir nun die Falter, die eines natürlichen Todes gestorben sind, und zwar zunächst die unbegatteten (Nr. 39—54), so läßt sich feststellen, daß von ihnen 56—147, im Durchschnitt 94 legereife Eier entwickelt wurden. Die eines natürlichen Todes gestorbenen begatteten Spannerweibchen (Nr. 57—74) haben 38—163, im Durchschnitt 91 Eier zur Entwicklung gebracht, mithin fast genau soviel, wie die unbegatteten Weibchen. Die Begattung hat demnach, das sei hier bereits bemerkt, auf die Zahl der zur Entwicklung gelangenden Eier keinen Einfluß. Es zeigt sich weiter, bei einem Vergleich mit der Eizahl zwei Tage alter Weibchen, daß letztere fast ihren gesamten Eivorrat schon entwickelt haben. Die postmetabole Eientwicklung verläuft also beim Spanner sehr rasch, bereits wenige Tage nach dem Schlüpfen ist der gesamte Eivorrat ausgebildet, d. h. der Vorrat an legereifen Eiern hat sich verdoppelt bis verdreifacht. Besonders in den

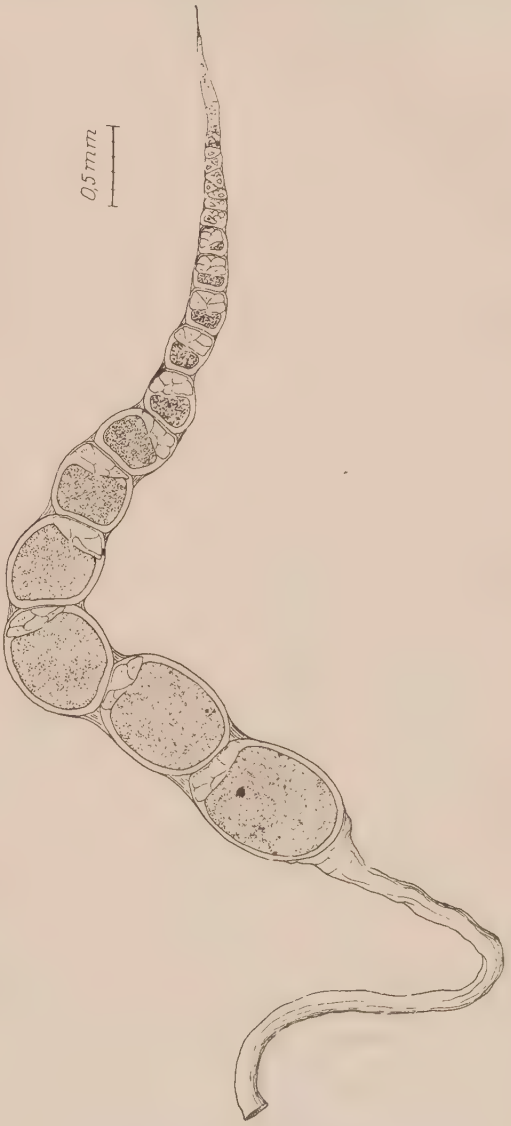


Abb. 5. *Bupalus piniarius* L.
Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens ohne legereife Eier.

ersten 24 Stunden nach dem Schlüpfen nimmt die Zahl der legereifen Eier enorm zu; sie erreicht in dieser kurzen Zeitspanne mehr als das Doppelte (79) des Ausgangswertes (36).

Wie aus der Tabelle (Nr. 57—74) hervorgeht, legen begattete Weibchen ihren Eivorrat fast restlos ab, nur selten bleiben noch größere Mengen legereifer Eier im Ovar zurück, was vielleicht (worauf mich Herr C. F. Frings [Bonn] in dankenswerter Weise aufmerksam machte) mit der mangelnden Bewegung der gefangenen Tiere im Zusammenhang steht. Freilandfalter dürften daher, wie die übrigen untersuchten Arten, ihren gesamten Vorrat an legereifen Eiern absetzen. Umgekehrt verhält es sich auch hier wieder mit unbegatteten Weibchen, die in der Regel nur einen Teil ihrer legereifen Eier, in vielen Fällen sogar überhaupt keine ablegen.

Abb. 6. *Bupalus piniarius* L.
Ovar eines 16 Tage alten, nach erfolgter Begattung und Eiablage gestorbenen Weibchens.

Das Lebensalter begatteter Spannerweibchen beträgt 5—16, im Durchschnitt 10 Tage. Wahrscheinlich wird dasselbe in hohem Maße durch die Temperatur beeinflußt, denn die im Juli geschlüpften Tiere lebten in keinem Falle länger als 9 Tage. Das durchschnittliche Lebensalter unbegatteter Weibchen beträgt 11 Tage, ist also etwas höher als dasjenige begatteter Weibchen, was auch den Beobachtungen bei den anderen untersuchten Arten entspricht.

Die Eizahl begatteter Weibchen ist in meinen Zuchten im Minimum 28, im Maximum 159 gewesen, als Durchschnitt ergibt sich 82. Diese Zahl dürfte etwas zu niedrig sein, da, wie soeben erwähnt, in der Freiheit wahrscheinlich infolge der Bewegung der Weibchen etwas mehr Eier abgelegt werden. Escherich und ich (1929) haben daher als durchschnittliche Eizahl des Kiefernspanners 100 angegeben. Bei Nüßlin-Rhumbler (1927) finden sich 120 Eier als Durchschnittszahl für ein Weibchen angegeben, und Wolff und Krauße nennen 80, im Höchstfalle 110 als Eizahl des

Spanners. Beide Angaben halten sich also im Rahmen der normalen Variabilität der Eizahl, die mit 100 dem Durchschnitt wohl am nächsten kommen dürfte.

Betrachten wir nun das Schicksal der nicht zur Entwicklung gelangenden Eianlagen bei dem Spanner. Wie schon erwähnt, wird der Vorrat an legereifen Eiern normalerweise von begatteten Weibchen ziemlich restlos entleert. Betrachtet man das Ovar eines Weibchens, das nach vollendeter Eiablage gestorben ist, so ergibt sich ein Bild, wie es Abb. 6 darstellt. Wir sehen darauf, daß die Basalteile der Eischläuche entleert und kollabiert sind, daß die Endabschnitte dagegen noch einige Eianlagen enthalten. Wir sehen aber weiter, daß auch beim Spanner eine Degeneration der Eianlagen eintritt, die jedoch niemals so weit geht, wie etwa bei der Nonne, d. h. sämtliche Eianlagen zum Verschwinden bringt. Sie erfaßt vielmehr nur die ältesten Eianlagen, also die in dem Eischlauch am weitesten basalwärts gelegenen. Die in dem Endabschnitt liegenden Eianlagen bleiben dagegen in mehr oder weniger großer Ausdehnung erhalten. In meinen Sektionsprotokollen findet sich stets die Angabe, daß die Endabschnitte der Eischläuche vollkommen normal aussehen, daß dagegen die ältesten Eianlagen zerfallen waren. Dieser Zerfall machte sich durch ein Zerfließen des Eidotters und eine orangegelbe Verfärbung desselben be-

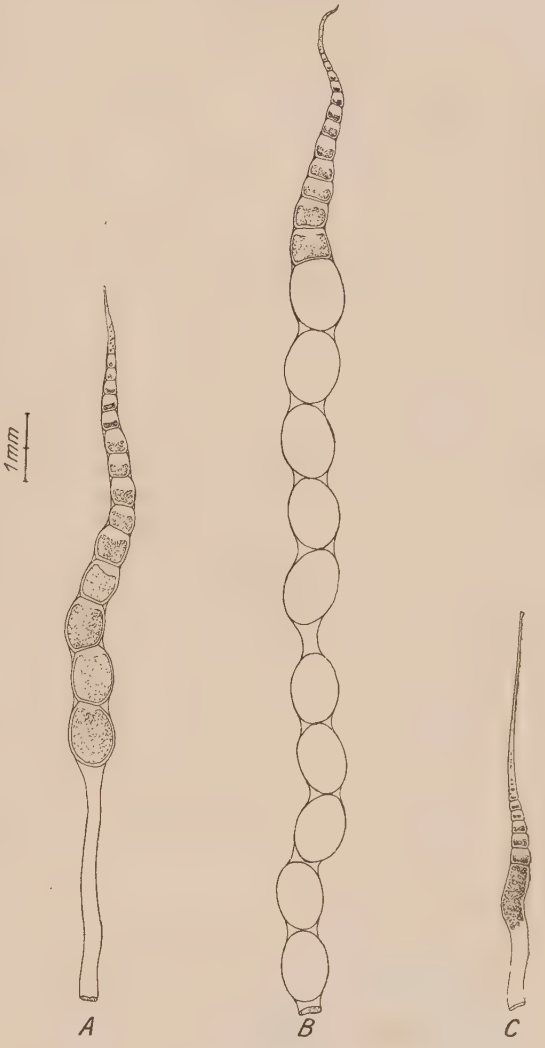


Abb. 7.
Bupalus piniarius L. Schema der postmetabolen Eientwicklung. (Die Eianlagen sind punktiert.)
A = Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens. B = Eischlauch eines 4 Tage alten, unbegatteten Weibchens; 10 legereife Eier sind vorhanden, noch keine Eier abgelegt. C = Eischlauch eines 16 Tage alten, begatteten Weibchens, das alle Eier abgelegt hat.

merkbar. Vielfach waren die Dottermassen in dem Eischlauch basalwärts weit abwärts geflossen und erstreckten sich andererseits zwischen die dazu gehörigen Nährzellen hinein. Eine Resorption der Eianlagen wurde beim Spanner nicht beobachtet. (Siehe auch hierzu Abb. 7.)

Die beschriebenen Zerfallserscheinungen der ältesten Eianlagen konnten auch bei unbegatteten Weibchen, die eines natürlichen Todes gestorben waren, beobachtet werden. Es folgten dann auf die in den Eischläuchen verbliebenen legereifen Eier zunächst ein oder zwei zerfallene Eianlagen, bevor die erhalten gebliebenen Eianlagen sich bis in den Endabschnitt der Eiröhren hinein erstreckten. Die Vorgänge unterscheiden sich demnach nicht von denen begatteter Weibchen.

Fassen wir die Ergebnisse für den Kiefernspanner kurz zusammen, so ergeben sich folgende Punkte:

1. In den Ovarien frischgeschlüpfter Weibchen finden sich durchschnittlich 36 legereife Eier. Diese Zahl verdoppelt sich durch postmetabole Entwicklung bereits im Verlauf von 24 Stunden. Nach etwa 3 Tagen ist die volle Eizahl entwickelt. Dieselbe beträgt etwa 100 legereife Eier.
2. Begattete Weibchen erreichen ein Lebensalter von etwa 10 Tagen. Sie legen normalerweise ihren gesamten Vorrat an legereifen Eiern ab.
3. Vor dem Tode des Falters tritt ein Zerfall der ältesten Eianlagen in den Eiröhren ein, während die in den äußersten Endabschnitten liegenden Eianlagen erhalten bleiben. Diese Vorgänge spielen sich auch bei unbegatteten Weibchen in der gleichen Weise ab.
4. Bei unbegatteten Weibchen verläuft die postmetabole Entwicklung genau wie bei begatteten, doch erreichen sie ein höheres Alter und legen nur einen geringen Teil ihres Eivorrates, manchmal überhaupt keine Eier ab.

4. Die Vorgänge bei der postmetabolen Eientwicklung.

Überblicken wir die in dem vorigen Kapitel niedergelegten Einzelbeobachtungen, soweit sie die postmetabole Entwicklung der Ovarien betreffen, so können wir einige große gemeinsame Züge herausschälen, die sich zu allgemein gültigen Regeln erheben lassen.

Zunächst ist durch die Auszählung der legereifen Eier in den Ovarien verschieden alter Schmetterlingsweibchen nachgewiesen, daß bei zahlreichen Arten die im ersten Teil dieser Arbeit geforderte postmetabole Entwicklung tatsächlich stattfindet. Insbesondere sind die Tagfalter, besonders die als Imago überwinternden Arten Musterbeispiele für eine weitgehende postmetabole Eientwicklung. Ihre lange Lebensdauer und ihre Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme, von der sie meist auch ausgiebig Gebrauch machen, ermöglicht ausgedehnte imaginale Entwicklungsvorgänge in ihrem Organismus. Aber auch bei vielen Heteroceren, selbst bei Arten, die als

Imago keine Nahrung mehr aufnehmen, kommt eine solche in mehr oder minder ausgesprochenem Maße vor.

Sämtliche Schmetterlinge mit postmetaboler Eientwicklung sind dadurch ausgezeichnet, daß beim Schlüpfen in den Ovarien nur wenige oder gar keine legereifen Eier ausgebildet sind. Sie alle besitzen außerdem beim Schlüpfen einen stark entwickelten Fettkörper, der als Speicherorgan die Stoffe zu liefern hat, welche zur Entwicklung der Eier notwendig sind, und daher besonders bei den Arten eine große Rolle spielt, die keine Nahrung mehr aufzunehmen pflegen.

Wenn man die Reihe der Eianlagen überblickt, so fällt es auf, daß die Eizelle noch weiter wächst, wenn ihre Nährzellen bereits zerfallen und resorbiert sind (Abb. 8). Schon Schneider (1915) hat auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht und festgestellt, daß bei *Deilephila euphorbiae* eine Zunahme der Eizellen während dieses letzten kurzen Entwicklungsabschnittes um das 3 bis 4fache ihres Volumens stattfindet. Diese Zunahme ist zum Teil dadurch zu erklären, daß am Schluß der Wachstumsperiode, nachdem die Nährzellen ihre Funktion beendet haben, eine Sekretionstätigkeit der Follikelzellen einsetzt, die sich mit zunehmender Auflösung der Nährzellen immer mehr steigert. Die nutrimentäre Eibildung geht also in dieser Zone in eine follikuläre über. Dabei liefert der Fettkörper die Nährstoffe, während der Follikel als Mittler zwischen diesem und dem Eiplasma fungiert. Daneben scheint aber auch ein direktes Eindringen von gelösten Stoffen und Wasser in die Eizellen stattzufinden. Dies ist dadurch möglich, daß infolge der starken Volumenzunahme der Eizellen der Verband der Follikelzellen gelockert wird, und dadurch ein direkter Übergang dieser Stoffe vor sich gehen kann. Daß dieselben zum größten Teil dem Fettkörper entstammen, ist kaum zweifelhaft, denn wenn man die Ovarien präpariert, so fällt es stets auf, daß der Fettkörper gerade in dieser Zone den Eischläuchen dicht angelagert ist, ja geradezu mit ihnen verwachsen zu sein scheint. Eine derartige Anlagerung des Fettkörpers an bestimmte Organe im Insektenkörper ist aber wohl stets das Zeichen einer starken Stoffabgabe aus jenem in diese. Als Beispiel sei an die Verschmelzung des Fettkörpers mit den Wachsdrüsenzellen bei Bienen erinnert. Fehlen nämlich in einem Bienenvolk (im

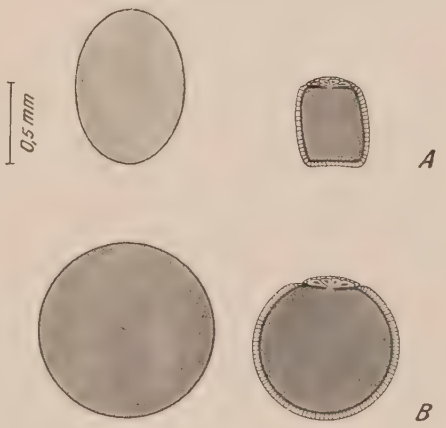


Abb. 8.
Ovarialeier verschiedener Falter bei gleicher Vergrößerung. Links legereifes Ei, rechts letztes Ei mit Nährzellen. A = *Bupalus piniarius* L. B = *Dasychira pudibunda* L.

Versuch) die normalen Baubienen, so können ältere Arbeiterinnen die Bautätigkeit übernehmen. Dabei werden deren Wachsdrüsen, die bereits rückgebildet waren, ein zweites Mal entwickelt, und zwar unter Mitwirkung des ventralen Fettkörpers, der die Wachsdrüsen wieder aufbaut. Die starke und intensive Stoffabgabe der Fettkörperzellen an die Wachsdrüsen ist hier direkt histologisch nachgewiesen (Rösch, 1930). Es ist wohl denkbar, daß auch die enorme Zunahme der Eizellen im Schmetterlingsovar nach dem Verschwinden der Nährzellen durch direkte Stoffentnahme aus dem Fettkörper ohne den Umweg über die Blutflüssigkeit in ähnlicher Weise wie dort vonstatten geht. Auch die bereits früher erwähnte Tatsache, daß die Farbe des Fettkörpers mit der des Eidotters fast stets genau übereinstimmt, deutet auf die direkte Verwendung von Fettkörperstoffen bei der Eibildung hin.

Durch den starken Verbrauch von Reservestoffen aus dem Fettkörper zum Zwecke der Eibildung, wird dieser völlig aufgezehrt. Seine Stelle wird von den mit legereifen Eiern gefüllten Eierstöcken eingenommen, und wenn der Falter seine Eier abgelegt hat, ist der Fettkörper fast stets restlos verschwunden. Das Abdomen solcher Tiere erscheint dadurch stark verkürzt und verkleinert. Meist sterben die Weibchen sehr bald nach der Eiablage. Ihr Lebenszweck ist erfüllt, die Stoffreserve ihres Körpers verbraucht, und sie gehen an Erschöpfung zugrunde.

Sprengel (1928) hat in ihrer bereits erwähnten Arbeit als eines der Hauptergebnisse die Behauptung aufgestellt, daß aus noch nicht differenzierten Zellelementen nach dem Schlüpfen noch unreife Eier hervorgingen. Es ist nicht recht ersichtlich, worauf sich diese Behauptung gründet, denn sie könnte nur auf Grund genauester histologischer Untersuchung des Zellmaterials der Endkammer aufgestellt werden, die aber nicht durchgeführt wurde. Sie vernachlässigt weiter die wohlbegründeten Ergebnisse früherer Autoren, vor allem von Schneider (1915), der feststellen konnte, daß (bei *Deilephila euphorbiae* L.) das Material der Endkammer bereits in der Puppe zur Differenzierung gelangt ist, daß die Oogonienteilungen bereits in der 4. Raupenperiode ihr Ende gefunden haben, und im Eierstock des Falters völlig fehlen. Es ist daher entgegen Sprengel ausdrücklich daran festzuhalten, daß im Ovar der geschlüpften Falter keine Neubildungen von Eizellen stattfindet, und daß die bereits früher differenzierten Eizellen vielmehr nur noch die durch die Untersuchungen Schneiders hinreichend geklärten Wachstumsvorgänge durchlaufen, durch die ein Teil von ihnen noch zu legereifen Eiern sich entwickelt.

Von besonderem Interesse erscheint hier der Nachweis, daß bei sehr vielen Faltern im Verlauf der postmetabolen Entwicklung nach der Ausbildung der legereifen Eier eine teilweise oder totale Degeneration der nicht mehr zur Entwicklung gelangenden Eianlagen eintritt. Wie aus der Beschreibung dieses Vorganges bei den einzelnen Arten hervorgeht, ist der Grad der Degeneration bei den verschiedenen Arten recht ver-

schieden. Bei *P. piniperda* ist überhaupt keine Degeneration zu beobachten, bei *B. piniarius* fallen nur die ältesten Eianlagen der Degeneration anheim, bei *D. pudibunda* bereits der größte Teil, und bei *L. monacha* läßt sich endlich ein völliger Zerfall sämtlicher Eianlagen feststellen, so daß dieser Falter beim Tode vollkommen leere Eiröhren besitzt.

Verfolgt man den Degenerationsvorgang an frischem, ungefärbtem Material unter dem Mikroskop, so kann man sehen, daß zunächst der Verband der Eianlagen sich lockert und diese auseinander rücken, offenbar dadurch, daß die Zellverbände des Follikelepithels und der Verbindungsstiele gelockert werden, und schließlich zerfallen. Man sieht dann, wie die Eizellen mit den dazugehörigen Nährzellen in der die Eiröhren erfüllenden Flüssigkeit herum schwimmen. Später wird auch deren Verband gelockert, und man kann in diesem Stadium erkennen, wie einzelne größere und kleinere Zellen und Zellhaufen in dem gelblichen Substrat flottieren. Endlich lösen sich auch diese auf, sie werden mehr und mehr resorbiert und sind zuletzt, wenigstens bei der Nonne, völlig verschwunden. Der Vorgang scheint nicht alle Eianlagen gleichzeitig zu erfassen, sondern beginnt bei den ältesten, und schreitet allmählich gegen die jüngeren, im Ende der Eiröhre gelegenen fort, so daß jene schon verschwunden sein können, während diese sich noch in einem mehr oder weniger fortgeschrittenen Zustand der Auflösung befinden, oder noch unversehrt erscheinen.

Der Beginn des Auflösungsprozesses scheint stets in die Zeit zu fallen, wo die legereifen Eier gebildet sind, oder wenigstens das Schicksal der zu legereifen Eiern sich noch entwickelnden Eianlagen entschieden ist. Erst dann beginnen die nunmehr für den Organismus des Falters nutzlos gewordenen restlichen Eianlagen zu zerfallen.

Über den Zweck dieses eigenartigen Vorganges lassen sich zwar nur Vermutungen äußern, doch dürfte es kaum zweifelhaft sein, daß die Resorption der Eianlagen eine Einrichtung darstellt, durch die der Falter in der Lage ist, nach dem Verbrauch der Reservestoffe, seinen Stoffwechsel noch weiter zu bestreiten, also sein Leben zu verlängern. Der Fall, daß beim Fehlen anderer Energiequellen von dem tierischen Organismus das Genitalsystem eingeschmolzen wird, um den notwendigen Stoffwechsel zu bestreiten, steht nicht vereinzelt da. Es sei nur an die hungernden Planarien erinnert, bei denen auch als erstes Organsystem der Geschlechtsapparat angegriffen wird.

Bereits im ersten Teil dieser Arbeit wurde auf die verschiedenartige Ausbildung der Ovarien frischgeschlüpfter Schmetterlinge hingewiesen und auch auf den Zusammenhang mit der postmetabolen Entwicklung aufmerksam gemacht, soweit dies aus der morphologischen Betrachtung hervorging. Am besten können wir uns diese Verschiedenheiten in der Ausbildung des weiblichen Geschlechtsapparates klar machen, wenn wir uns vorstellen, daß die Entwicklung der weiblichen Keimdrüsen völlig unabhängig von den durch die Metamorphose bedingten Etappen in der

Ausbildung der äußeren Körperform vor sich geht. Der Beginn dieser gleichmäßig fortschreitenden Entwicklung liegt bereits im Embryo, ihre letzte Etappe ist die Ausbildung der legereifen Eier. Die progressive Entwicklung des Eierstockes muß in dem Augenblick als beendet gelten, wo das letzte legereife Ei fertig ausgebildet ist. Dieser Augenblick fällt aber nur in seltenen Fällen mit dem Augenblick zusammen, in dem die Metamorphose beendet, und damit die äußere Form des Falters fertig gestellt ist, nämlich dem Ausschlüpfen aus der Puppe. Gerade die zeitliche Verschiedenheit dieser beiden wichtigen Momente im Leben des Falters bestimmen darüber, ob und in welchem Grade noch eine postmetabole Entwicklung der Ovarien vor sich gehen muß.

Schlüpft der Schmetterling aus der Puppe, bevor der Eierstock in die letzte Entwicklungsphase, nämlich die Ausbildung der legereifen Eier, eingetreten ist, so haben wir die Falter der ersten Gruppe (siehe hierzu den ersten Teil dieser Arbeit) vor uns, bei denen noch keine legereifen Eier vorhanden sind, und diese erst postmetabol ausgebildet werden müssen. Schlüpft der Schmetterling während der letzten Entwicklungsphase des Ovars, so finden wir bereits mehr oder weniger zahlreiche, aber noch nicht alle legereifen Eier in den Eischläuchen. Diese Arten gehören zur 2. Gruppe. Schlüpft der Schmetterling endlich erst dann, wenn die letzte Etappe in der Entwicklung der Ovarien bereits beendet ist, so gehört er zur 3. Gruppe, und bringt sämtliche legereifen Eier aus der Puppe mit.

Da nun die Erfüllung der sexuellen Tätigkeiten im Dienste der Erhaltung der Art die wichtigste Aufgabe des Schmetterlings ist, und sein Daseinszweck erst dann erfüllt ist, wenn er seine Eier besamt und zur Ablage gebracht hat, so ist diese Verschiedenartigkeit in der Ausbildung der Ovarien von wesentlicher, ja ausschlaggebender Bedeutung für das gesamte Imaginalleben des Schmetterlings. Die Falter der ersten Gruppe — zu ihnen gehören als typische Beispiele die meisten Tagfalter — müssen eine längere Lebensdauer haben, um ihre Eierstöcke zur völligen Reifung zu bringen. Sie bringen zwar reichlich Reservestoffe in Gestalt eines wohlentwickelten Fettkörpers aus der Puppe mit, doch reichen diese in der Regel nicht aus, um neben der Ausbildung der Eier auch noch den Stoffwechselbedarf des lebhaften Tieres zu bestreiten. Sie haben daher die Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen, und machen von ihr auch ausgiebigen Gebrauch. Sie sind nicht auf baldige Begattung angewiesen, und es ist daher auch schwer, sie in der Gefangenschaft zur Begattung zu bringen. Auch die Falter der 2. Gruppe, als typische Beispiele seien die Nonne, der Kiefernschwärmer und die Kieferneule genannt, besitzen nach dem Schlüpfen noch einen wohlentwickelten Fettkörper. Derselbe reicht jedoch in den meisten Fällen sowohl zur Ausbildung sämtlicher legereifen Eier als auch zur Bestreitung des Stoffwechsels aus, da ja bereits ein großer Teil der Eier fertig entwickelt ist, wenn der Falter aus der Puppe schlüpft. Ihre Lebensdauer ist daher kürzer, meist sind sie wenige Tage

nach dem Schlüpfen zur Eiablage bereit, eine Nahrungsaufnahme erfolgt im allgemeinen nicht. In der Gefangenschaft lassen sie sich meist ohne Schwierigkeit zur Begattung bringen. Bei der 3. Gruppe endlich ist der Falter nach dem Schlüpfen sofort zur Eiablage bereit. Sein Fettkörper ist beim Schlüpfen ganz oder zum größten Teil aufgebraucht, seine Lebensdauer äußerst kurz. Die Begattung muß sobald wie möglich erfolgen, damit der Falter seinen Lebenszweck erfüllen kann. Er besitzt daher besondere Einrichtungen zur Anlockung der Männchen: Die von vielen Arten dieser Gruppe bekannten Duftorgane. Diese Falter sind in der Gefangenschaft von allen Arten am sichersten und schnellsten zur Begattung zu bringen. Eine Nahrungsaufnahme erfolgt nicht mehr, sie ist in den meisten Fällen wegen des verkümmerten Baues der Mundwerkzeuge auch gar nicht mehr möglich.

Es bestehen demnach zwischen den drei Gruppen, in die sich die Schmetterlinge auf Grund des Reifezustandes der Ovarien einteilen lassen, durchaus keine prinzipiellen Unterschiede; diese sind vielmehr bedingt durch den fast geringfügig erscheinenden Umstand, daß die einen früher, die anderen später aus der Puppe schlüpfen, im Vergleich zu der Fertigstellung der Ovarialeier. Allerdings ist, wie wir gesehen haben, gerade dieser Umstand meist von einschneidender Bedeutung für die Lebensdauer und die ganze Lebensführung des geschlüpften Falters.

5. Temperatur und postmetabole Eientwicklung.

Nach dem im vorigen Kapitel Ausgeführten lag es nahe, den Zeitpunkt des Schlüpfens durch Temperatureinflüsse experimentell zu verschieben, und auf diese Weise auch die postmetabole Entwicklung zu beeinflussen, und evt. die Eizahl zu verändern. Wenn letzteres gelänge, so wäre es vielleicht möglich, eine der Ursachen zu ergründen, auf der die große individuelle Verschiedenheit in der Eizahl innerhalb der einzelnen Arten beruht. Allerdings mußte man sich dabei gleich sagen, daß eine Änderung in der normalen Temperatur nicht nur den Zeitpunkt des Schlüpfens, sondern auch den der Entwicklung der Eierstöcke in dem gleichen Sinne beeinflussen würde, d. h. bei erhöhter Temperatur verkürzen, bei niederer Temperatur verlangsamen, ohne eine Verschiebung der beiden Zeitpunkte gegeneinander zu bewirken. Es erschien von vornherein vorteilhaft und aussichtsreich, das Puppenstadium für derartige Temperaturversuche zu verwenden, da sich dieses als Ruhestadium, das keine Nahrung aufnimmt, ungleich leichter verschieden hohen Temperaturen im Experiment unterwerfen läßt, als die auf Nahrungszufuhr angewiesenen Raupen. Leider war die Einrichtung des Münchner Instituts für angewandte Zoologie in der Zeit, wo ich meine Versuche ausführte, nicht ausreichend für umfangreiche Experimente dieser Art, so daß ich nicht in der Lage war, dieselben in der gewünschten Weise zur Durchführung zu bringen. Die Ergebnisse sind infolgedessen nur lückenhaft und nicht immer eindeutig.

Sie seien hier trotzdem beschrieben, da sie zu weiteren Versuchen anregen können, und immerhin einige Resultate gezeitigt haben.

Die Methodik der Versuche war einfach die, daß Puppen von möglichst gleichem Ausgangsmaterial entweder im Thermostaten einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, also „getrieben" wurden, oder im Kälteschrank eine gewisse Zeit einer stark herabgeminderten Temperatur unterworfen wurden. Die frischgeschlüpften Falter wurden dann auf den Zustand der Ovarien untersucht, und mit solchen verglichen, die einer Kontrollkultur entstammten, die unter normalen Temperaturbedingungen gehalten worden war. Wo die Menge des vorhandenen Materials dies ermöglichte, wurde auch der Verlauf der postmetabolen Entwicklung bei den Kälte- und Wärmetieren verfolgt.

Zunächst seien hier die Ergebnisse eines Versuches über den Einfluß der Wärme (+ 29° C) auf die Entwicklung der Ovarien bei der Nonne in Form einer Tabelle (Tabelle 8) zusammengestellt. Die Temperaturerhöhung war in diesem Falle allerdings nicht beträchtlich, und es ist anzunehmen, daß in der freien Natur die Puppen wenigstens vorübergehend einer ebenso hohen wenn nicht höheren Temperatur ausgesetzt sein können, da bekanntlich an der Oberfläche besonnter Stämme eine sehr starke Temperaturerhöhung auftreten kann. Durch die stetige Einwirkung der hohen Temperatur, im Versuch war die Puppenruhe wesentlich abgekürzt und betrug in einigen Fällen nur 5 Tage.

Tabelle 8.

Lymantria monacha L. Wärmekultur.

Verpuppt am 15. Juni, nach der Verpuppung wurden die Puppen bis zum Schlüpfen in einen Thermostaten gebracht, der eine Temperatur von + 29° C hielt.

Nr.	Geschlüpft	Getötet	Gestorben	Alter	Legereife Eier				begattet (b) unbegattet (u)
					Ausführgänge	Ovarien	abgelegt	Gesamtzahl	
1.	25. VI.	25. VI.	—	0	2	82	—	84	u
2.	21. VI.	21. VI.	—	0	10	104	—	114	u
3.	21. VI.	21. VI.	—	0	9	122	—	131	u
4.	25. VI.	—	1. VII.	6 Tg.	—	12	76	88	b
5.	25. VI.	—	1. VII.	6 Tg.	—	141	3	144	u
6.	20. VI.	—	28. VI.	8 Tg.	11	211	—	222	u
7.	25. VI.	—	4. VII.	9 Tg.	—	6	144	150	b
8.	20. VI.	—	1. VII.	11 Tg.	—	63	55	118	u

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die durchschnittliche Zahl der Ovarialeier bei den frischgeschlüpften Wärmetieren 110 betrug. Bei normalen Tieren betrug dieselbe 84 (s. Tabelle 4), war also um ein Drittel geringer als die der Wärmetiere. Es ist daraus zu entnehmen, daß die

Entwicklung der Ovarien durch die Wärme beschleunigt wird, so daß die Wärmetiere mehr legereife Eier aus der Puppe mitbringen als die normalen. Betrachten wir nun die von den Wärmetieren endgültig zur Entwicklung gebrachten Eier. Die Zahl derselben beträgt im Durchschnitt 144, gegenüber 132 bei normalen Tieren, ist also diesen gegenüber kaum erhöht, wenigstens bei weitem nicht in dem Maße, wie die der frischgeschlüpften Falter. Wir haben uns den Sachverhalt also so vorzustellen, daß durch die Wärme die Entwicklung der Ovarien zwar beschleunigt wird, so daß frischgeschlüpfte Wärmetiere mehr Eier entwickelt haben als Normaltiere, daß aber postmetabol wieder ein Ausgleich eintritt, indem die Wärmetiere nach dem Schlüpfen nicht so viele Eier zur Entwicklung bringen als normale. So kommt es, daß schließlich die Wärmetiere ebenso viele Eier zur Ablage bringen, als die, deren Puppen sich bei normaler Temperatur entwickelt haben. Dies ist auch vollkommen einleuchtend, wenn man bedenkt, daß die Eizahl nicht durch die Temperatur, sondern durch die während des Larvendaseins im Organismus aufgespeicherten Reservestoffe bestimmt wird. Dafür sprechen die Ergebnisse des vorigen Kapitels ganz eindeutig. Die hier für die Nonne gefundenen Werte müssen, das sei besonders betont, noch an einem ausgedehnteren Material bestätigt werden. Ich halte die Zahl der untersuchten Tiere in meinem Versuch noch für zu gering, um die daran ermittelten Ergebnisse als genügend gesichert zu betrachten.

Ausgedehntere Versuche konnten beim Kiefernspanner gemacht werden. Da die Puppenruhe dieses Falters sehr lange währt, indem die Puppen in der Streudecke überwintern, da überdies von diesem wichtigen Forstschädling ein reiches Material zur Verfügung stand, konnten die Puppen ausgiebigeren Wärme- resp. Kälteperioden unterworfen werden, als bei der Nonne mit ihrer an und für sich schon sehr kurzen Puppenruhe. Die zu den Versuchen verwendeten Puppen waren in verschiedenen Forstämtern während des Winters, vor allem im Dezember und Januar eingesammelt worden, und wurden im Laboratorium in 3 Parallelzuchten eingeteilt. Die erste dieser Zuchten, die in den Tabellen als Normalkultur bezeichnet ist, wurde auf der Veranda des Institutes im Freien in großen Zuchtkäfigen unter Streu, die von Zeit zu Zeit befeuchtet wurde, untergebracht, also den natürlichen Verhältnissen so weit als möglich angepaßt. Die 2. Zucht, die Wärmekultur, wurde unter sonst gleichen Bedingungen im Zimmer, bei Zimmertemperatur (etwa + 19 - 20° C) gehalten, und die 3. endlich, die als Kältekultur in der Tabelle geführt wird, wurde vom 14. Mai bis 1. Juli 1929, also $1^1/_2$ Monate lang im Kühlschrank auf Eis gelegt, und dann wieder in Zimmertemperatur gebracht, wo bereits nach 3 Tagen (am 3. Juli 1929) das Schlüpfen einsetzte. Durch die Kälte wurde also das Ausschlüpfen der bereits kurz vor dem Schlüpfen stehenden Puppen um $1^1/_2$ Monate verzögert. Die Tiere der Wärmekultur schlüpften in der Zeit vom 9. Februar bis 13. April:

die der Normalkultur vom 8.—16. Mai, wie es der normalen Schlüpfzeit im Freien entspricht, und die Kältetiere endlich schlüpften vom 3. bis 6. Juli.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 6 und 7 zusammengestellt; sie seien hier nochmals, um einen besseren Vergleich zu ermöglichen, soweit sie die Untersuchungen an frischgeschlüpften und den eines natürlichen Todes gestorbenen Weibchen betreffen, übersichtlich angeordnet (Tabelle 9). Dieselben weichen teilweise erheblich von den Resultaten, die an der Nonne gewonnen wurden ab, und zwar besonders hinsichtlich der Zahl der legereifen Eier bei den Wärmetieren. Diese beträgt im Durchschnitt 31 gegenüber 46 bei Normaltieren, also nur $^2/_3$ derselben, während bei der Nonne gerade umgekehrt die Wärmetiere mehr Eier aus der Puppe mitbrachten, als normale. Auch die Eizahl der Kältetiere bleibt etwas, allerdings unerheblich, hinter der der normalen Tiere zurück.[1]) Doch werden auch hier durch die postmetabole Entwicklung diese anfangs vorhandenen Unterschiede wieder ausgeglichen, so daß in sämtlichen 3 Zuchten schließlich ungefähr die gleiche Eizahl erzeugt wurde. Nur die Eizahl der Wärmetiere ist etwas geringer geblieben. Es scheint demnach, was auch den bei der Nonne festgestellten Verhältnissen durchaus entspricht, so zu sein, daß durch veränderte Temperaturen während der Puppenruhe die Gesamtzahl der von den Schmetterlingsweibchen erzeugten Eier in keiner Weise beeinflußt wird. Dieses Ergebnis widerspricht meiner früher, allerdings mit Vorbehalt vertretenen Ansicht (Eidmann, 1929), daß Kältetiere weniger, Wärmetiere dagegen mehr Eier ablegten, als Normaltiere. Die Ergebnisse meiner Temperaturversuche lassen sich vielmehr dahin zusammenfassen, daß durch extreme Temperaturen während der Puppenruhe wohl die Zahl der legereifen Eier bei den frischgeschlüpften Weibchen abgeändert werden kann, nicht aber die Gesamtzahl der endgültig zur Entwicklung und Ablage gebrachten Eier. Und auf letztere kommt es ja schließlich an. Die individuellen Unterschiede in der Eizahl bei den einzelnen Arten dürften vielmehr in erster Linie auf die verschieden große Masse der während der larvalen Fraßzeit aufgespeicherten Reservestoffe zurückzuführen sein.

6. Begattung und postmetabole Lebensvorgänge.

Begattung und Eiablage bilden den Hauptlebenszweck der meisten Schmetterlinge. Es ist daher leicht verständlich, daß beide auf die Lebensvorgänge des Falters von großem Einfluß sind. Nur bei wenigen Schmetterlingsarten ist Parthenogenese bekannt, bei allen anderen gehen die Eier zugrunde, wenn sie nicht befruchtet werden, wenn also nicht

[1]) Auch Frings konnte bei seinen bekannten Temperaturexperimenten in einigen Fällen feststellen, daß die Eizahl von Kältetieren geringer war als bei normalen. So enthielten mehrere ♀♀ von *Cosmotriche potatoria* L., die im Puppenzustand einer bedeutend erniedrigten Temperatur ausgesetzt waren (bis zu 6 Wochen bei + 6° C), beim Schlüpfen nur „etwa ein Fünftel ihres normalen Eierschatzes."

Tabelle 9.

B. piniarius L. Temperaturversuche.

	Alter in Tagen	Kälte		Normal		Wärme	
		Nr.[1])	Eizahl	Nr[1])	Eizahl	Nr.[1])	Eizahl
	0	8.	23	5.	12	1.	—
	0	9.	33	7.	22	2.	—
	0	10.	40	11.	40	3.	—
	0	12.	45	13.	52	4.	12
	0	14.	56	15.	56	6.	16
	0	18.	58	16.	56	19.	64
	0	—	—	17.	57	—	—
	0	—	—	20.	70	—	—
Durchschnitt	0	—	42,5	—	46	—	31
	5	39.	56	—	—	—	—
	5	57.	130	—	—	—	—
	6	61.	89	—	—	58.	38
	6	—	—	—	—	59.	44
	6	—	—	—	—	60.	65
	8	40.	108	—	—	—	—
	8	62.	114	—	—	—	—
	9	63.	79	—	—	—	—
	10	—	—	64.	51	41.	79
	10	—	—	65.	85	42.	120
	10	—	—	—	—	66.	93
	11	46.	145	43.	65	44.	71
	11	—	—	47.	147	45.	136
	11	—	—	67.	75	69.	163
	11	—	—	68.	135	—	—
	12	—	—	50.	93	48.	61
	12	—	—	—	—	49.	87
	12	—	—	—	—	70.	74
	13	51.	71	53.	132	52.	104
	13	—	—	—	—	71.	96
	14	—	—	72.	161	—	—
	15	—	—	54.	34	—	—
	16	—	—	—	—	73.	75
	16	—	—	—	—	74.	76
Durchschnitt	10	—	99	—	98	—	86

vor ihrer Ablage eine Begattung stattgefunden hat. Daher sehen wir auch, daß die Herbeiführung der Begattung mit allen Mitteln erstrebt wird, daß — besonders bei kurzlebigen Arten — sogar besondere Einrichtungen getroffen sind, um dieses Ziel zu erreichen, sei es durch die Erzeugung von Duftstoffen zum Anlocken der Männchen von seiten der

[1]) Die Nummern sind die der Tabellen 6 und 7.

Weibchen, oder durch die Ausbildung besonders leistungsfähiger Spezialsinnesorgane zum Auffinden der Weibchen auf der Seite der Männchen. Die hohe Vollkommenheit dieser Einrichtungen, wie ihre Leistungsfähigkeit war schon den alten Entomologen bekannt und hat immer wieder das Interesse der Morphologen und Physiologen erregt. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der seitherigen Arbeiten in dieser Richtung findet sich bei Meisenheimer (1921). Auf den Zusammenhang dieser Einrichtungen mit dem Entwicklungszustand der Ovarialeier bei den Faltern habe ich in dieser Arbeit bereits wiederholt hingewiesen.

Durch zahlreiche Experimente habe ich versucht, den Einfluß der Begattung auf die postmetabolen Lebensvorgänge klarzustellen. Drei wichtige Faktoren im Leben des Falters wurden dabei auf ihre Beeinflußbarkeit durch die Begattung geprüft, nämlich 1. die postmetabole Eientwicklung, 2. das Lebensalter und 3. die Eiablage.

Hinsichtlich des ersten dieser drei Faktoren lautet die Fragestellung: Entwickeln unbegattete Schmetterlinge postmetabol mehr oder weniger Eier als begattete Weibchen der gleichen Art? Es ist klar, daß zu den Versuchen, die angestellt wurden, um diese Frage zu klären, nur Falter der 1. und 2. Gruppe verwendet werden konnten, nämlich solche, die normalerweise noch eine postmetabole Eientwicklung durchzumachen haben, daß dagegen die Falter der 3. Gruppe, bei denen eine solche nicht mehr stattfindet, ausschalten. Zu den Versuchen wurde vor allem der Kiefernspanner benutzt, bei dem, wie wir bereits wissen, noch eine weitgehende postmetabole Eientwicklung stattfindet. Diese Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß Tiere von demselben Ausgangsmaterial teils mit, teils ohne Männchen isoliert wurden. Nachdem die Weibchen gestorben waren, wurden ihre Ovarien untersucht, und die in ihnen noch enthaltenen legereifen Eier ausgezählt. Die Gesamtzahl der entwickelten Eier ergab sich dann als Summe der abgelegten Eier plus der Zahl der in den Ovarien noch festgestellten legereifen Eier. Um Sicherheit darüber zu erhalten, ob in den Fällen, wo beide Geschlechter isoliert wurden, auch wirklich eine Begattung stattgefunden hatte, wurde bei der Sektion der Weibchen stets die Bursa copulatrix, und das Receptaculum seminis untersucht, und die Tiere nur dann als begattet bezeichnet, wenn in diesem Organ eine Spermatophore resp. Sperma festgestellt werden konnte. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Tabellen 6 und 7 in Kapitel 3 bereits niedergelegt. Es genügt daher, wenn ich hier nur eine Zusammenstellung der Durchschnittswerte für die Gesamteizahl begatteter und unbegatteter Weibchen gebe. Untersucht wurden 16 unbegattete Weibchen von *B. piniarius*, deren Gesamteizahl im Durchschnitt 94 betrug, und 18 begattete Weibchen mit einer Gesamteizahl von 91. Es besteht somit praktisch kein Unterschied zwischen der Eizahl begatteter und unbegatteter Weibchen des Kiefernspanners. Betrachten wir die Eizahl unbegatteter Nonnenweibchen, so erhalten wir unter Zugrundelegung von 9 untersuchten

Tieren einen Durchschnittswert von 132. Diese Zahl stimmt mit der in der Literatur angegebenen Eizahl begatteter Nonnenweibchen durchaus überein, so daß wir zweifellos berechtigt sind, eine gewisse Verallgemeinerung für dieses Ergebnis beanspruchen zu können. Wir können demnach sagen, daß die Begattung keinerlei Einfluß auf die postmetabole Eientwicklung hat, und daß unbegattete Schmetterlingsweibchen ebensoviel Eier zur Ausbildung bringen wie begattete.

Der zweite untersuchte Faktor war das Lebensalter des Falters, d. h. die Zeitspanne zwischen dem Ausschlüpfen aus der Puppe und dem natürlichen Tode. Die Fragestellung lautete in diesem Falle: Leben unbegattete Weibchen länger oder kürzer als begattete Weibchen der gleichen Art? Die Tabellen in Kapitel 3 bringen bereits wertvolles Material zur Beantwortung dieser Frage, das in der folgenden Tabelle (Tabelle 10) nochmals übersichtlich zusammengestellt sei.

Tabelle 10.

Tabelle der durchschnittlichen Lebensdauer begatteter und unbegatteter Weibchen verschiedener Schmetterlingsarten.

Spezies	Zahl der untersuchten Tiere		Durchschnittliche Lebensdauer	
	u	b	u	b
D. pudibunda	2	1	10,5	10
L. monacha	9	4	8,8	8
D. pini	2	10	10,5	9,6
B. piniarius	16	18	11,1	10

Die Tabelle zeigt, daß die unbegatteten Weibchen durchweg länger lebten als begattete, und zwar durchschnittlich um 1,1 Tage. Diese an und für sich geringe Zeit beträgt aber etwas mehr als $^1/_{10}$ der Lebensdauer begatteter Weibchen, mit anderen Worten, die Lebensdauer unbegatteter Weibchen war um $^1/_{10}$ größer als die der begatteten. Um dieses Ergebnis an einem größeren Material zu erhärten, wurden noch besondere Versuche gemacht, und zwar mit dem Kiefernspanner.

Die Versuche bestanden darin, daß aus einer großen Kultur, die viele Hunderte von Puppen enthielt, an einem Tage, an dem viele Falter geschlüpft waren, die frischgeschlüpften Tiere isoliert wurden. Aus ihnen wurden zwei Parallelkulturen gebildet. Die erste enthielt nur Weibchen, die zweite enthielt ebenso viele Weibchen wie die erste, doch wurde ihnen die gleiche Anzahl Männchen beigegeben, so daß die Tiere copulieren konnten, was sie auch, wie die fortgesetzte Beobachtung zeigte, bereits am Tage der Isolierung taten. Die beiden Kulturen wurden unter möglichst gleichen Außenbedingungen gehalten. Sie wurden in zwei gleichgroßen geräumigen Drahtgazekäfigen untergebracht, in denen zur Er-

leichterung der Eiablage große Kiefernzweige in Wassergläsern standen. Die beiden Zuchtgefäße wurden nebeneinander in der Nähe eines Fensters, jedoch im Schatten, aufgestellt. Jeden Vormittag um 10 Uhr wurde die Zahl der toten Tiere in jedem Käfig notiert, und diese entfernt. Auf diese Weise konnte in beiden Kulturen die Sterblichkeit genau verfolgt werden. In dieser Weise wurden drei Versuche durchgeführt, deren Ergebnis in den folgenden Tabellen und graphischen Darstellungen niedergelegt ist.

Tabelle 11.

Versuch I.

Kultur 1: 15 ♀♀, geschlüpft am 6. VI. 1929, wurden mit ebenso vielen ♂♂, die am gleichen Tage geschlüpft waren, isoliert. Copulae wurden bereits am Tage der Isolierung beobachtet.

Kultur 2: 15 ♀♀ aus der gleichen Zucht, geschlüpft ebenfalls am 6. VI. 1929, wurden allein isoliert, ohne ♂♂.

Datum	Kultur 1 Zahl der toten ♀♀	Kultur 2 Zahl der toten ♀♀
6. VI.	Beginn des Versuches	
10. VI.	1	2
12. VI.	2	3
13. VI.	7	1
14. VI.	4	2
15. VI.	1	3
16. VI.	—	—
17. VI.	—	1
18. VI.	—	—
19. VI.	—	1
20. VI.	—	2

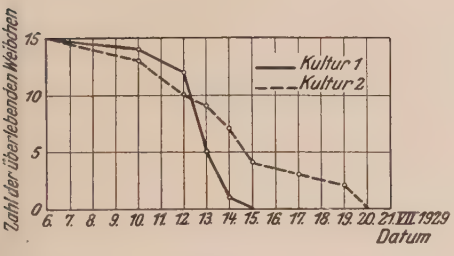
Tabelle 12.

Versuch II.

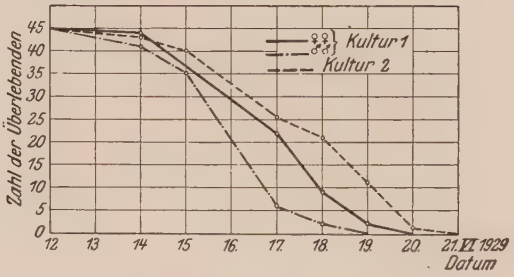
Kultur 1: 45 ♀♀, geschlüpft am 12. VI. 1929, isoliert am gleichen Tage mit ebenso vielen ♂♂, die an demselben Tage geschlüpft waren.

Kultur 2: 45 ♀♀, geschlüpft am 12. VI. 1929, wurden am gleichen Tage allein isoliert, ohne ♂♂.

Datum	Kultur 1		Kultur 2
	Zahl der toten ♀♀	Zahl der toten ♂♂	Zahl der toten ♀♀
12. VI.	Beginn des Versuches		
14. VI.	1	4	2
15. VI.	—	6	3
16. VI.	nicht beobachtet		
17. VI.	22	29	14
18. VI.	13	4	5
19. VI.	7	2	10
20. VI.	2	—	10
21. VI.	—	—	1



Versuch I.



Versuch II.

Tabelle 13.

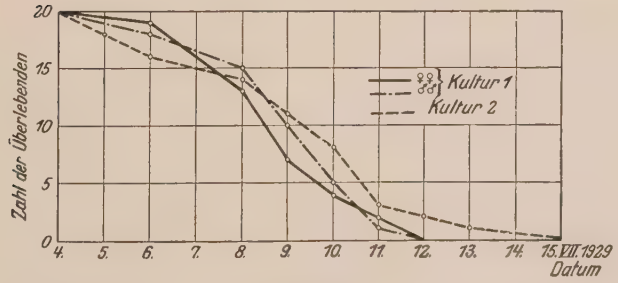
Versuch III.

Die Versuchstiere entstammten der Kältekultur (siehe Kap. 5).

Kultur 1: 20 ♀♀, geschlüpft am 4. VII. 1929, isoliert mit ebenso vielen ♂♂, die am gleichen Tage geschlüpft waren.

Kultur 2: 20 ♀♀, geschlüpft am 4. VII. 1929, wurden am gleichen Tage allein isoliert, ohne ♂♂.

Datum	Kultur 1		Kultur 2
	Zahl der toten ♀♀	Zahl der toten ♂♂	Zahl der toten ♀♀
4. VII.	Beginn des Versuches		
5. VII.	—	—	2
6. VII.	1	2	2
7. VII.	nicht beobachtet		
8. VII.	6	3	2
9. VII.	6	5	3
10. VII.	3	5	3
11. VII.	2	4	5
12. VII.	2	1	1
13. VII.	—	—	1
14. VII.	nicht beobachtet		
15. VII.	—	—	1



Versuch III.

Es geht daraus hervor, daß in sämtlichen drei Versuchen das Ergebnis von übereinstimmender Einheitlichkeit war. Stets hatten die unbegatteten Weibchen länger gelebt, als die begatteten, stets war die Sterblichkeit bei den unbegatteten Weibchen anfangs größer als bei den begatteten, um aber dann nach wenigen Tagen geringer zu werden als bei diesen. Die Sterblichkeitskurve der begatteten Weibchen zeigt einen viel stärkeren Abfall als die der unbegatteten Tiere. Die in allen Versuchen auftretende Abflachung im Verlauf der Sterblichkeitskurve der begatteten Weibchen am Ende, nach dem Steilabfall, ist wohl darauf zurückzuführen, daß in den Kulturen, in denen beide Geschlechter isoliert wurden, doch einige Tiere nicht begattet wurden und daher länger lebten, als ihre begatteten Kameraden. Die Unterschiede sind im allgemeinen nicht sehr groß, aber doch deutlich, und in allen Versuchen übereinstimmend. Wir können somit sagen, daß alle Versuche und Beobachtungen das übereinstimmende Ergebnis hatten, daß unbegattete Weibchen länger leben als begattete. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, wenn man bedenkt, daß das Weibchen nach erfolgter Begattung und Eiablage seinen Daseinszweck erfüllt, und seine Lebensenergien verbraucht hat, daß dagegen bei dem unbegatteten Tier alle Lebensenergien aufs äußerste angespannt werden, daß alle Reserven des Organismus aufs äußerste ausgenutzt werden, um vielleicht doch noch die Begattung und damit den Lebenszweck, der in diesem Fall in der Durchführung der fruchtbaren Eiablage im Interesse der Erhaltung der Art besteht, zu erreichen.

Auch die Untersuchungen über den dritten Faktor, nämlich die Zahl der abgelegten Eier bei unbegatteten Weibchen fügen sich mit ihren Ergebnissen logisch in diese Gedankengänge ein. Schon in den Tabellen des 3. Kapitels findet sich ein reiches Material, das deutlich und einwandfrei zeigt, daß die unbegatteten Weibchen viel weniger Eier ablegen als begattete, obwohl sie, wie wir gesehen haben, ebensoviel zur Entwicklung bringen, wie diese. Ja der Prozentsatz der weniger abgelegten Eier ist sogar überraschend groß. Die folgende Tabelle bringt in übersichtlicher Zusammenstellung noch einmal die Zahl der von begatteten wie unbegatteten Weibchen zur Ablage gebrachten Eier (Tabelle 14).

Tabelle 14.

Tabelle der von begatteten und unbegatteten Schmetterlingsweibchen zur Ablage gebrachten Eier.

Spezies	Gesamtzahl der entwickelten Eier	Begattete Weibchen		Unbegattete Weibchen	
		Zahl der abgelegten Eier	% der Gesamtzahl	Zahl der abgelegten Eier	% der Gesamtzahl
D. pudibunda	450	411	91	167	37
L. monacha	136	132	97	29	21
D. pini	283	281	99	193	68
B. piniarius	93	82	88	26	28

Wir ersehen daraus zunächst, was auch früher schon immer betont wurde, daß begattete Weibchen ihren Eivorrat fast restlos zur Ablage bringen, nämlich zu 88—99%. Die unbegatteten Weibchen legen demgegenüber nur 28—68%, im Durchschnitt 38% ihres Eivorrates ab, also nicht viel mehr als ein Drittel.[1]) Auch hier wieder konnte ich dieses Ergebnis durch einen Sonderversuch bei dem Kiefernspanner erhärten. Derselbe bestand darin, daß 5 frischgeschlüpfte Weibchen, die ihre Flügel noch nicht entfaltet hatten, also eben aus der Puppe geschlüpft waren, allein isoliert wurden. An demselben Tage wurden fünf Weibchen, die in Copula mit Männchen sich befanden, aus dem großen Zuchtkäfig herausgefangen, und ohne die Copula zu trennen, mit ihren Männchen in besonderen Gefäßen isoliert. Die von ihnen später abgelegten Eier wurden gezüchtet, und bei allen das Ausschlüpfen der Räupchen festgestellt, so daß damit der Nachweis erbracht war, daß die Eier befruchtet waren, also eine erfolgreiche Copula vorausgegangen sein mußte. Nach dem Tode der Weibchen wurden diese in der bekannten Weise untersucht, die Ovarialeier ausgezählt, und dadurch die Gesamtzahl der entwickelten Eier festgestellt. Aus diesen Zahlen ließ sich dann für die beiden Gruppen der Prozentsatz der abgelegten Eier errechnen. Das Ergebnis ist auch in diesem Fall wieder tabellarisch niedergelegt (Tabelle 15).

Tabelle 15.

Versuch über die Zahl der von begatteten und unbegatteten Kiefernspannerweibchen abgelegten Eier.

(Sämtliche Versuchstiere sind geschlüpft am 16. V. 1929.)

	Nr.	Gestorben	Alter	Legereife Ovarialeier	Abgelegte Eier	Gesamtzahl	Prozentsatz der abgelegten Eier
begattet	1.	27. V.	11 Tg.	13	122	135	90
	2.	26. V.	10 Tg.	2	49	51	96
	3.	26. V.	10 Tg.	29	56	85	65
	4.	27. V.	11 Tg.	—	75	75	100
	5.	30. V.	14 Tg.	2	159	161	98
	Durchschnitt	—	11 Tg.	9	92	101	92
unbegattet	1.	27. V.	11 Tg.	65	—	65	0
	2.	27. V.	11 Tg.	114	33	147	22
	3.	28. V.	12 Tg.	54	39	93	42
	4.	29. V.	13 Tg.	86	46	132	35
	5.	31. V.	15 Tg.	5	29	34	85
	Durchschnitt	—	12,5 Tg.	65	30	95	31,5

[1]) Auch Lebedev und Savenkov (1930) fanden, daß bei unbegatteten Weibchen des Kiefernspinners häufig noch bedeutende Eimengen nach dem Tode in den Ovarien zurückbleiben.

Abb. 9. *Dasychira pudipunda* L. A = Eischlauch eines unbegatteten, eines natürlichen Todes gestorbenen Weibchens. B = Eischlauch eines begatteten Weibchens, das nach erfolgter Eiablage gestorben ist.

Das Versuchsergebnis ist 92% Eiablage bei den begatteten und 31,5% bei den unbegatteten Weibchen, stimmt also mit den an den anderen Schmetterlingen gewonnenen Zahlen vollkommen überein. Es ergibt sich daraus, daß bei unbegatteten Weibchen nach dem Tode noch eine ganze Anzahl legereifer Eier im Ovar zurückbleiben muß. In welch weitgehendem Maße dies der Fall sein kann, zeigt Abb. 9. Hier ist ein Eischlauch eines unbegatteten und eines begatteten Weibchens von *D. pundibunda*, die beide eines natürlichen Todes gestorben waren, abgebildet. Während bei ersterem noch zahlreiche legereife Eier den Ovarialschlauch fast restlos ausfüllen, ist letzterer fast völlig leer, und kollabiert.

Auch dieses Ergebnis ist leicht verständlich, denn die Schmetterlingsweibchen behalten eben ihre Eier solange zurück, bis die Begattung erfolgt ist. Findet diese nicht statt, so sterben sie, ohne ihre Eier abgelegt zu haben. Der geringe Teil, der abgelegt wird, entleert sich gewissermaßen selbsttätig, gegen den Willen des Tieres, wenn man so sagen darf, infolge des Druckes der immer mehr sich füllenden Ovarien.

Fassen wir die Ergebnisse dieser Untersuchungen kurz zusammen, so können wir sagen: Unbegattete Schmetterlingsweibchen bringen genau soviele Eier zur Entwicklung wie begattete. Sie leben jedoch länger als diese, und legen nur etwa ein Drittel ihres Eivorrates ab, während letztere sämtliche Eier zur Ablage bringen.

7. Die Funktion des Receptaculum seminis.

Schon die alten Autoren wußten bekanntlich, daß die weiblichen Schmetterlinge zwei Geschlechtsöffnungen besitzen. Diese merkwürdige Tatsache hängt, wie Pertersen (1900, 1909) gezeigt hat, ganz offensichtlich mit der Ausbildung der Bursa copulatrix zusammen, die

zur Aufnahme der vom Männchen abgegebenen Spermatophoren dient. Die Gewohnheit der Schmetterlingsmännchen, das Sperma in Spermatophoren eingeschlossen ins Innere der weiblichen Geschlechtswege zu übertragen, erforderte zu deren Deponierung einen besonderen Raum, in den Ausführgängen des weiblichen Geschlechtsapparates. Dieser Raum, die Bursa copulatrix war zunächst eine seitliche Aussackung des Oviductus communis, und wir kennen tatsächlich Schmetterlinge, bei denen dieser primitive Zustand noch erhalten ist. Mit höherer Differenzierung wurde die Bursa copulatrix mehr und mehr selbständig. Sie trennte sich schließlich völlig von dem Oviductus communis, um mit einer besonderen Öffnung, dem Ostium bursae, nach außen zu münden, während sie nur mit einem dünnen Kanal, dem Ductus seminalis, mit dem Oviductus communis in Verbindung stehen blieb, wie es bei fast allen rezenten Arten der Fall ist.

Bei der Begattung wird das männliche Begattungsorgan in das Ostium bursae eingeführt, und in der Bursa werden eine oder mehrere Spermatophoren deponiert, über deren Morphologie uns wiederum Petersen (1907) genauere Aufklärung gegeben hat. Die Öffnung der Spermatophoren wendet sich der Ursprungsstelle des Ductus seminalis zu, und ihr Inhalt an Sperma wird durch diesen entlerrt. Die legereifen Eier, die bei der Ablage den Oviductus communis passieren, werden jedoch offenbar nicht von der Bursa aus direkt durch den Ductus seminalis besamt, sondern das Sperma gelangt vorher in ein besonderes Anhangsorgan des weiblichen Geschlechtsapparates, das Receptaculum seminis, von wo aus stets die Besamung der Eier zu erfolgen scheint. Ich habe nur befruchtete Eier von Schmetterlingsweibchen erhalten, bei denen das Receptaculum mehr oder weniger stark mit Sperma gefüllt gewesen war.

Über die Art, wie das Receptaculum sich mit Sperma füllt, wissen wir noch so gut wie nichts. Petersen nimmt an, daß durch Quellungsvorgänge der Inhalt der Spermatophoren in den Ductus seminalis gepreßt würde. Diese durchaus plausible Annahme erklärt wohl die Entleerung der Spermatophoren, nicht aber die Füllung des Receptaculums. Der Ductus seminalis mündet ja in den Oviductus communis, und dieser unterbricht die Verbindung zwischen Bursa und Receptaculum, so daß das Sperma auf seinem Wege in letzteres zunächst in den Oviductus communis gelangt, der durch die Ausbildung des Vestibulums gerade an dieser Stelle besonders weit ist, so daß das Sperma genügend Raum hätte, sich auszubreiten, ohne in die enge Öffnung des Ductus receptaculi einzudringen! Man könnte nun denken, daß während des Übertrittes des Spermas in das Receptaculum die Mündungen der beiden Samengänge in den Oviductus communis, die sich meistens sehr benachbart liegen, durch Muskeldruck aufeinander gepreßt würden, und auf diese Weise eine Kommunikation geschaffen würde. Die Ausbildung besonderer muskulöser Strukturen an dieser Stelle der Wand des Oviductus communis konnte ich jedoch bei keinem Falter nachweisen, vielmehr unterscheidet sich die

Wand dieses Gebildes in der Nähe der fraglichen Öffnungen in keiner Weise von den übrigen Regionen. Aus diesem Grunde erscheint mir diese Art der Übertragung des Spermas in das Receptaculum unwahrscheinlich.

Es wären jedoch noch zwei andere Möglichkeiten des Spermaübertritts denkbar, ohne die Annahme einer direkten Verbindung zwischen den beiden Samengängen. Die eine gründet sich auf das Vorhandensein eines besonderen Binnenapparates in dem Ductus receptaculi, den ich bei fast allen untersuchten Schmetterlingsarten in mehr oder weniger deutlicher Ausbildung feststellen konnte (siehe Morphologischer Teil dieser Arbeit). Leider wissen wir über die Morphologie dieses in vielen Fällen sehr auffälligen Gebildes vorläufig noch gar nichts, so daß es nicht möglich ist, daraus Schlüsse auf die Funktion zu ziehen, über die sich nur Vermutungen äußern lassen. Ich möchte in ihm, wie ich schon früher erwähnte, einen Verschluß- oder Pumpapparat erblicken, wie wir ihn genauer von den Hymenopteren kennen. Im letzteren Falle wäre es wohl denkbar, daß durch ihn eine Saugwirkung ausgeübt wird, durch die das aus der Bursa copulatrix in den Oviductus communis gepreßte Sperma in das Receptaculum gepumpt wird.

Eine andere Möglichkeit wäre endlich die, daß durch Stoffe, die im Receptaculum enthalten sind, eine chemische Reizwirkung attraktiver Art ausgeübt wird, durch die das Sperma angezogen wird, und aktiv in das Receptaculum einwandert. Die Herkunft derartiger Stoffe wäre durch das Vorhandensein der Anhangsdrüse im Receptaculum erklärlich.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung kommt dem Receptaculum seminis bei den Lepidopteren zu? Die große Konstanz, mit der dieses Organ auftritt, sowie die große Mannigfaltigkeit in seiner morphologischen Ausbildung lassen kaum einen Zweifel darüber, daß es von allergrößter Wichtigkeit für die sexuelle Tätigkeit seines Trägers sein muß. Und doch ist seine Bedeutung noch durchaus unklar, und wir wissen nicht, welche Rolle es eigentlich spielt. Man ist geneigt, Vergleiche zu ziehen mit dem Receptaculum seminis bei den Hymenopteren, doch wissen wir, daß dieses Organ hier ein Reservoir für den Samenvorrat darstellt, den das Weibchen bei der Begattung empfangen hat, und daß, besonders bei den sozialen Arten, dieser Vorrat oft viele Monate oder gar Jahre ausreichen muß, um die während oder nach dieser Zeit zur Ablage kommenden unter Umständen ganz enormen Mengen von Eiern zu besamen. Es hat also auch durch besondere Sekrete für die Lebenderhaltung des in ihm befindlichen Spermas, sowie für einen sparsamen Verbrauch zu sorgen und ist zu diesem Zwecke mit besonderen Vorrichtungen ausgerüstet, der Anhangsdrüse und dem Verschlußapparat. Alle diese Gebilde finden wir auch bei den Schmetterlingen, aber vergebens sucht man nach ähnlichen Aufgaben, wie sie bei den Hymenopteren zu erfüllen sind. Das Falterweibchen legt meist schon wenige Stunden, im Höchstfalle aber wenige

Tage oder Wochen nach erfolgter Begattung seine Eier ab. Eine lange Aufbewahrung des Spermas ist also nicht vonnöten, und auch eine besonders sparsame Abgabe des Samens erscheint überflüssig, wenn man an die relativ geringe Eizahl bei den Schmetterlingen (verglichen mit den sozialen Hymenopteren) denkt, und daran, daß fast stets nach erfolgter Eiablage noch große Spermamengen im Receptaculum zurückbleiben, wovon ich mich durch die Sektion zahlreicher nach erfolgter Begattung und Eiablage gestorbener Weibchen überzeugen konnte.

Man hat daher auch vielfach angenommen, das Receptaculum bei den Schmetterlingen sei eigentlich überflüssig und würde in vielen Fällen gar nicht in Funktion treten, indem die Eier direkt von der Bursa aus besamt würden. Ich kann dieser Ansicht aus den bereits erörterten Gründen nicht beipflichten. Ganz besonders auch deshalb nicht, weil dann doch dieses Organ wahrscheinlich in Rückbildung begriffen sein müßte. Den Gedanken, daß es sich hier um ein rudimentäres Gebilde, einen Atavismus handeln würde, verwirft man aber bald, wenn man sich die progressive Entwicklung des Gebildes in der Schmetterlingsreihe und seine hohe morphologische Differenzierung gerade bei den höchstentwickelten Arten vor Augen hält.

Die Größe des Receptaculums steht mit der Größe des Falters nicht immer im gleichen Verhältnis, sondern ist mannigfachen Schwankungen unterworfen. Bald ist es auffallend klein, so daß es bei der Präparation leicht übersehen werden kann, bald stellt es ein mächtiges Organ dar. Im allgemeinen läßt sich jedoch sagen, daß eine gewisse konstante Größen-Korrelation zwischen Receptaculum und Bursa copulatrix besteht, und zwar in dem Sinne, daß jenes klein ist, wenn die Bursa klein ist, und umgekehrt. Dieser Zusammenhang ist durchaus verständlich, denn beide Organe dienen ja der Aufnahme des Spermas, und wenn eine große Bursa zur Aufnahme großer Spermatophoren vorhanden ist, muß auch das Receptaculum groß sein, in welches ja der Samenvorrat später übertritt. Ganz besonders trifft diese Abhängigkeit auch auf die Anhangsdrüse des Receptaculums zu, die bei den untersuchten Arten in extremen Fällen einerseits ein kurzer, fingerförmiger Anhang, andererseits ein mächtig entwickelter Schlauch sein kann, und deren Größe in auffallender Weise mit der Größe der Bursa copulatrix korrespondiert. Gerade der Anhangsdrüse scheint, wie hieraus hervorgeht, eine ganz besondere Bedeutung zuzukommen, auf die später noch genauer eingegangen werden soll.

Auffallend ist es, daß im allgemeinen die Arten mit kleiner Bursa und kleinem Receptaculum solche sind, die zur Gruppe 3 gehören, d. h. bei denen eine postmetabole Entwicklung der Ovarialeier kaum oder nur in beschränktem Maße stattfindet. Andererseits sind bei solchen Faltern, die noch eine postmetabole Eientwicklung durchmachen, diese Organe meistens sehr groß. Als Beispiel seien genannt, einerseits *A. tau* und *D. vinula* mit kleiner und *Sph. pinastri*, *A. aceris* und *P. piniperda* mit

großer Bursa und großem Receptaculum (siehe hierzu auch den ersten Teil). Diese Regel, die übrigens nicht ohne Ausnahme ist, findet vielleicht darin ihre Erklärung, daß die Arten der Gruppe 3 ihre Eier alsbald nach erfolgter Begattung ablegen, das Sperma also sehr rasch seinem Zweck zugeführt wird, während es bei den erstgenannten Arten noch einige Zeit im Geschlechtsapparat verbleibt, bevor es seine Bestimmung erfüllen kann. Ich gebe zu, daß diese Erklärung keineswegs befriedigen kann, und spreche sie nur aus, weil ich vorläufig keine bessere dafür finde. Man könnte vielleicht noch daran denken, daß die Eizahl bei der Spermamasse und damit auch bei der Größe von Receptaculum und Bursa eine Rolle spielen könnte. Leider fehlen mir genaue Angaben über die Eizahl sämtlicher oben genannten Arten, aber auch wenn sie vorlägen, könnte ich in etwa vorhandenen Unterschieden keinen Grund für eine große Verschiedenheit der Spermamengen erblicken, wäre es doch sehr unwahrscheinlich, daß das zur Besamung einer größeren Eizahl erforderliche Mehr an Sperma einen so sinnfälligen Ausdruck finden würde.

Um über die Funktion des Receptaculums Aufschluß zu erhalten, habe ich eine Reihe von Versuchen unternommen. Dieselben sollten zunächst die Frage klären, wann der Übertritt des Spermas aus der Bursa in das Receptaculum sich vollzieht. Ich benutzte zu meinen diesbezüglichen Experimenten vor allem *D. pini*, der durch seine Größe hierfür besonders geeignet erschien. Die Versuche bestanden darin, daß Copulae, die in der Gefangenschaft leicht eingegangen werden, in verschiedenen Zeitabschnitten nach Beginn der Vereinigung getrennt wurden, worauf das Weibchen sofort abgetötet und untersucht wurde. Es würde zu weit führen, wenn ich hier selbst in Form einer Tabelle sämtliche Untersuchungsbefunde ausführlich wiedergeben würde. Ich begnüge mich daher damit, lediglich die Ergebnisse eingehender darzustellen, und zu erörtern.

Bei *D. pini* zeigte sich (mit einer einzigen Ausnahme), daß der Übertritt des Spermas aus der Bursa copulatrix in das Receptaculum seminis bereits während der Copula erfolgt. Wenn man nämlich eine Copula löst und das Weibchen untersucht, so findet man fast immer, daß schon eine erhebliche Spermamenge in das Receptaculum eingetreten ist und dieses ganz oder teilweise ausfüllt. Weiter ließ sich die sehr interessante und ziemlich unerwartete Tatsache feststellen, daß nicht das Receptaculum selbst zunächst mit Sperma gefüllt wird, sondern die Lagena. Man trifft nämlich, wenn man das Weibchen frühzeitig abtötet, sehr oft einen Zustand an, in dem die Lagena bereits prall gefüllt, das Receptaculum aber noch leer ist. Erst später findet man dann die beiden Behälter mit Sperma angefüllt, und es scheint, daß von der Lagena aus die Füllung des Receptaculums stattfindet. In einem Fall konnte ich sogar deutlich erkennen, daß nicht nur die Lagena, sondern sogar das Lumen der Anhangsdrüse in ihrem Basalabschnitt mit Sperma gefüllt war. Dieses

Verhalten wird wohl so zu erklären sein, daß das Sperma möglichst ausgiebig und intensiv mit dem Drüsensekret in Berührung kommen soll. Vielleicht dient der Binnenapparat im Ductus receptaculi auch dazu, das Eintreten der Spermamassen in die beiden Behälter zu regulieren. Das Sperma in Lagena und Receptaculum erschien als eine weiße, zähe Masse, die wenig Flüssigkeit enthielt. Man konnte sie mit der Präpariernadel im Zusammenhang aus ihrem Behälter herausziehen. Unter dem Mikroskop ließen sich bei starker Vergrößerung die einzelnen Samenfäden erkennen. Auch bei *Stilpnotia salicis* konnte ich beobachten, daß bereits während der Copula das Sperma in das Receptaculum übertrat, so daß die rasche Entleerung der Spermatophoren bei den Schmetterlingen die Regel sein dürfte.

Wenn man begattete Weibchen von *D. pini* nach erfolgter Eiablage untersucht, so sind die Spermatophoren stets vollkommen entleert, und man findet in der Bursa nur noch die leeren Reste derselben. Das Receptaculum dagegen ist prall gefüllt. Es ist also groß genug, um den ganzen Samenvorrat aufnehmen zu können. Dies ist nicht überall so. Bei *Sph. pinastri* sehen wir z. B., daß das Receptaculum trotz seiner enormen Ausdehnungsfähigkeit nicht ausreicht, um das gesamte Sperma aufzunehmen. Bei begatteten Weibchen, die nach der Eiablage gestorben sind, findet man daher hier die Bursa noch gewaltig ausgedehnt durch die noch zum größten Teil gefüllten Spermatophoren. Ob in diesem Falle während der Eiablage noch Sperma aus der Bursa in das Receptaculum übertreten kann, ist mir nicht gelungen festzustellen, doch möchte ich diese Möglichkeit nicht von vornherein von der Hand weisen.

Auf eine weitere Beobachtung möchte ich nicht versäumen auch noch hinzuweisen, nämlich darauf, daß fast immer bei begatteten Weibchen nach erfolgter Eiablage eine ganz deutliche Verkleinerung der Anhangsdrüse konstatiert werden konnte. Vor allem fiel ihr geringes Kaliber auf, gegenüber dem bei frisch geschlüpften, oder vor der Eiablage stehenden Weibchen, was sicherlich darauf zurückzuführen ist, daß das Drüsenepithel infolge der starken sekretorischen Tätigkeit niedriger wird. Die Drüse macht, wenn man so sagen kann, nach der Eiablage den Eindruck völliger Erschöpfung, und auch diese Beobachtung weist wieder darauf hin, daß dem Drüsensekret eine ganz besondere Bedeutung zukommen muß.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so können wir sagen, daß das Sperma in der Regel schon während der Copula aus der Bursa in das Receptaculum seminis übertritt, daß bei diesem Vorgang zuerst die Lagena gefüllt wird, und wahrscheinlich erst von dieser aus das eigentliche Receptaculum, und daß das Sperma sogar bis in das Lumen der Anhangsdrüse eindringen kann. In keinem Fall konnte beobachtet werden, daß der Spermavorrat bei der Eiablage restlos aufgebracht wird, sondern daß er im Gegenteil ein Vielfaches der tatsächlich benötigten Menge beträgt, und daß im Receptaculum und bei einigen Arten auch in der Bursa

stets noch erhebliche Mengen zurückbleiben. Die Anhangsdrüse des Receptaculums erleidet, wahrscheinlich infolge starker Sekretionstätigkeit während der Erfüllung ihrer physiologischen Aufgaben, eine starke Verringerung ihrer Länge und ihres Durchmessers.

Aus allen Beobachtungen über die Morphologie und die Funktionen des weiblichen Geschlechtsapparates geht hervor, daß die Anhangsdrüse des Receptaculums eine ganz besondere Bedeutung zu haben scheint. Wie wir gesehen haben, ist dafür gesorgt, daß das Sperma, indem es zunächst in die Lagena eintritt, ausgiebig mit dem Drüsensekret in Berührung kommt, und mit ihm durchmischt wird. Diese Vorsorge für eine sichere Durchmischung des Spermas mit dem Drüsensekret vor der Besamung der Eier, ließ in mir den Gedanken entstehen, daß das Sperma erst befruchtungsfähig wird, wenn es mit dem Drüsensekret in Berührung gekommen ist. Das Drüsensekret würde also in diesem Falle die Aktivierung des Spermas besorgen, und das ganze Receptaculum wäre dann als eine Einrichtung zu betrachten, durch die diese Aktivierung ermöglicht und sichergestellt wird. Damit wäre dann auch für das Vorhandensein und für all die komplizierten Einrichtungen dieses Organs eine durchaus genügende Erklärung gegeben. Das Sperma aus der Bursa copulatrix wäre dann überhaupt nicht befruchtungsfähig, sondern müßte zu diesem Zweck erst das Receptaculum durchlaufen. Hier würde es in der Lagena aktiviert, und das eigentliche Receptaculum enthielte dann einen kleinen Vorrat von aktiviertem Sperma, mit dem die Eier besamt werden könnten, und der aus der Lagena nach Bedarf ergänzt werden kann.

Um diese Annahme zu stützen und event. zu beweisen, unternahm ich wiederum eine Reihe von Versuchen. Dieselben gingen von der Annahme aus, daß, wenn die oben entwickelte Theorie wichtig wäre, das Sperma aus der Bursa keine Eier befruchten könnte, sondern nur das Sperma aus dem Receptaculum. Um dies zu entscheiden, mußte ich legereife Ovarialeier einerseits mit Sperma aus der Bursa copulatrix, andererseits mit solchem aus dem Receptaculum seminis künstlich befruchten, und mit normal abgelegten und normal befruchteten Eiern vergleichen. Da es mir nicht bekannt ist, ob früher bereits die künstliche Befruchtung bei Schmetterlingen durchgeführt wurde, konnten sich meine Versuche nicht auf früher bereits erprobte Methoden stützen. Ich arbeitete daher selbst eine Methode aus, mit der es mir zwar gelang, in einigen Fällen einwandfrei künstliche Befruchtung von Ovarialeiern zu erzielen, doch ist der Prozentsatz der gelungenen Fälle so gering, daß ich es nicht wage, daraus verallgemeinernde Schlüsse zur Entscheidung der oben aufgeworfenen Frage zu ziehen, obwohl dieselben durchaus dafür sprechen.

Zum Zwecke der künstlichen Befruchtung wurden begattete Schmetterlingsweibchen, die bereits mit der Eiablage begonnen hatten, abgetötet. Dann wurden in physiologischer Kochsalzlösung die Ovarien frei präpariert, und die Eischläuche am Eikelch abgetrennt. Gewöhnlich traten

dann die legereifen Eier infolge der Peristaltik der Eischläuche von selbst aus der Schnittstelle heraus; wenn dies nicht der Fall war, wurden sie mit einer Präpariernadel herausgestreift. Es wurden dann weiterhin zwei Uhrschälchen mit physiologischer Kochsalzlösung bereit gestellt. In das eine derselben wurde der Inhalt des Receptaculums mit Präpariernadeln entleert und in der Kochsalzlösung zerzupft. Ebenso wurde in dem anderen Uhrschälchen mit dem Inhalt der Bursa copulatrix resp. den darin enthaltenen Spermatophoren verfahren. Nun wurden die Ovarialeier auf die beiden Schälchen verteilt, und in diesen eine Zeitlang umgewendet. Die Zeit der Einwirkung schwankte von 5—30 Minuten. Dann kamen sie auf leicht angefeuchtetes Fließpapier in Petrischalen und blieben hier, bis die Räupchen ausschlüpften, oder die Embryonen aus der Eischale herauspräpariert werden konnten. Außerdem wurden noch zwei Kontrollkulturen hergestellt, die erste enthielt die vor der Präparation normal abgelegten Eier, die zweite enthielt unbefruchtete Ovarialeier.

Zu den Versuchen wurden vor allem große Arten benutzt, bei denen die Präparation nicht allzu große Schwierigkeiten bereitete; es waren *Sphinx pinastri*, *Aglia tau*, *Dendrolimus pini* und *Bupalus piniarius*. Auf diese Weise wurden zehn Versuche durchgeführt, bei denen im ganzen 312 Ovarialeier künstlich befruchtet wurden. Von diesen erwiesen sich nur zwei Eier als befruchtet, und zwar je eins von *Sph. pinastri* und *A. tau*. Aus dem erstgenannten konnte das fertig entwickelte Räupchen 10 Tage nach dem Ansetzen des Versuchs herauspräpariert werden, aus dem zweiten schlüpfte nach 14 Tagen ein Räupchen heraus, das sich als völlig gesund und lebensfähig erwies. In beiden Fällen war die künstliche Befruchtung bei den Eiern geglückt, bei denen Sperma aus dem Receptaculum seminis zur Befruchtung benutzt worden war. Als Beispiel sei der erste der beiden gelungenen Versuche genauer dargestellt (Tabelle 16).

Die künstliche Befruchtung war also bei 312 Eiern durchgeführt worden, war aber nur bei zwei oder 0,6% geglückt. Immerhin, sie war geglückt, und es ist damit erwiesen, daß bei Schmetterlingen künstliche Befruchtung möglich ist. Es wird die Aufgabe künftiger Versuche sein, die Technik der künstlichen Befruchtung so zu verbessern, daß ein größerer Prozentsatz erzielt werden kann, um dadurch eine gesicherte Grundlage für weitere Schlußfolgerungen zu erhalten. Ich bin sicher, daß sich die Methode auf empirischem Wege noch wesentlich verbessern lassen wird, und daß vielleicht eine weitere Ausdehnung oder Verkürzung der Einwirkungszeit des Spermas auf die Eier resp. eine weitere Änderung des Zusatzes von physiologischer Kochsalzlösung zu dem Sperma bessere Ergebnisse ermöglichen wird.

Es ist natürlich völlig ausgeschlossen, in dem vorliegenden Fall den Schluß ziehen zu wollen, daß nur das Sperma aus dem Receptaculum befruchtungsfähig sei, dazu ist die Erfolgszahl viel zu klein. Sie müßte erst ganz erheblich wachsen, um diesen Schluß mit einiger Wahrschein-

Tabelle 16.

Beispiel eines Versuches zur künstlichen Befruchtung. *Sphinx pinastri* L.

♀, geschlüpft am 27. V. 1929.

Copula am 28. V., die mehrere Stunden dauerte. In der Nacht auf den 29. V. wurden 139 Eier abgelegt.

Das ♀ wurde getötet am 29. V. um 16,15 Uhr. Die Bursa copulatrix war prall gefüllt mit den Spermatophoren, zahlreiche legereife Eier befanden sich noch in den Ovarien. Das Receptaculum seminis war mit Sperma stark gefüllt. Es wurden 4 Kulturen angesetzt.

Kultur I: 20 Eier, die normal in der Nacht vom 28. auf den 29. V. an Kiefernnadeln abgelegt waren.

Kultur II: 5 legereife Ovarialeier, unbefruchtet.

Kultur III: 10 legereife Ovarialeier, künstlich befruchtet mit Sperma aus der Bursa copulatrix.

Kultur IV: 10 legereife Ovarialeier, künstlich befruchtet mit Sperma aus dem Receptaculum seminis.

Datum	Kultur I	Kultur II	Kultur III	Kultur IV
29. V.	Versuchsbeginn			
6. VI.	In fast allen Eiern ist durch die Eischale hindurch das Räupchen deutlich zu erkennen.	2 Eier vertrocknet.	Eier unverändert.	Die Eier machen einen vorzüglichen Eindruck. In einem Ei läßt sich deutlich der Kopf des Räupchens erkennen.
7. VI.	19 Räupchen geschlüpft. Ein Ei offenbar unbefruchtet.	—	—	—
11. VI.	—	Sämtliche Eier vertrocknet.	Eier zum größten Teil etwas geschrumpft, keines zeigt eine Entwicklung.	Ein Ei enthält das fertig entwickelte Räupchen, das aus der Eischale herauspräpariert wird.
13. VI.	—	—	Sämtliche Eier zugrunde gegangen.	Außer dem am 11. VI. geschlüpften sind sämtliche Eier zugrunde gegangen.

lichkeit als gesichert hinzustellen, dagegen würde es andererseits genügen, nur ein einziges Ovarialei einwandfrei mit Sperma aus der Bursa zu befruchten und zur Entwicklung zu bringen, um zu erweisen, daß ein solcher prinzipieller Unterschied zwischen dem Sperma aus dem Receptaculum und dem aus der Bursa nicht besteht, und daß meine Theorie von

der Aktivierung des Spermas im Receptaculum falsch ist. Vorläufig muß daher diese Frage und damit auch die nach der physiologischen Bedeutung des Receptaculum seminis bei den Lepidopteren noch als ungelöst betrachtet werden.

Fassen wir die Ergebnisse der in diesem Kapitel niedergelegten Versuche und Beobachtungen zusammen, so ergibt sich folgendes:

Das Receptaculum seminis ist in seiner Größe bei den verschiedenen Schmetterlingsarten sehr verschieden. Dieselbe richtet sich im allgemeinen nach der der Bursa copulatrix, d. h., es ist groß, wenn diese groß ist und umgekehrt; dies gilt ganz besonders für die Anhangsdrüse des Receptaculums. In der Regel findet sich eine große Bursa und ein großes Receptaculum bei den Arten, bei denen noch eine ausgedehnte postmetabole Eientwicklung stattfindet. Das Sperma tritt in der Regel schon während der Copula in das Receptaculum über. Über den Mechanismus dieses Vorganges konnte kein genauer Aufschluß erhalten werden, doch erscheint es nicht ausgeschlossen, daß dabei der Binnenapparat im Ductus receptaculi eine Rolle spielt. Bei dem Übertritt des Spermas in das Receptaculum wird zuerst die Lagena gefüllt, erst später das eigentliche Receptaculum. Nach erfolgter Eiablage erscheint die Anhangsdrüse des Receptaculums vermutlich infolge starker Sekretionstätigkeit merklich verkleinert. Der Spermavorrat wird in keinem Fall, wenn eine normale Copula erfolgt war, bei der Eiablage völlig aufgebraucht. Wahrscheinlich erfolgt niemals eine Besamung der Eier von der Bursa cupulatrix, sondern nur vom Receptaculum aus. Die Frage, warum das Sperma vor der Besamung der abzulegenden Eier in das Receptaculum übertritt, konnte nicht geklärt werden, doch ist zu vermuten, daß durch das Sekret der Anhangsdrüse des Receptaculums eine Aktivierung des Spermas erfolgt, und daß aus diesem Grunde nur jenes Sperma befruchtungsfähig ist, welches das Receptaculum durchlaufen hat. Versuche hierüber, die darin bestanden, daß Ovarialeier einesteils mit Sperma aus dem Receptaculum, andernteils mit solchem aus der Bursa künstlich befruchtet wurden, hatten den Erfolg, daß in zwei Fällen die künstliche Befruchtung gelang, und zwar nur mit Sperma aus dem Receptaculum, doch ist diese Zahl viel zu gering, um die Frage damit entscheiden zu können.

8. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Im folgenden sollen die wichtigsten Ergebnisse des physiologischen Teiles meiner Arbeit nochmals kurz zusammengefaßt werden:

1. Eine postmetabole Entwicklung von Eianlagen zu legereifen Eiern findet in den Ovarien vieler Schmetterlinge statt.
2. Eine besonders weitgehende postmetabole Eientwicklung machen die meisten Tagfalter durch. Sie haben daher eine lange Lebensdauer, nehmen in der Regel reichlich Nahrung auf und sind in der Ge-

fangenschaft schwer zur Begattung zu bringen. Meist haben sie beim Schlüpfen überhaupt noch keine legereifen Eier in den Ovarien (I. Gruppe).

3. Eine immerhin noch beträchtliche postmetabole Eientwicklung konnte bei den meisten untersuchten Heteroceren festgestellt werden. (*Sph. pinastri*, *L. monacha*, *D. pini*, *P. piniperda*, *B. piniarius*). Durch dieselbe wird die Zahl der aus der Puppe mitgebrachten legereifen Ovarialeier auf das zwei- bis dreifache erhöht. Die Lebensdauer dieser Arten ist beschränkt (10—14 Tage), eine Nahrungsaufnahme braucht nicht mehr stattzufinden, da der Fettkörper zur Bestreitung des Stoffwechsels ausreicht, die Begattung ist in der Gefangenschaft leichter zu erreichen (II. Gruppe).
4. Nur bei wenigen Arten, meist Spinnern (*D. pudibunda*) findet überhaupt keine postmetabole Eientwicklung mehr statt, da sämtliche legereifen Eier beim Schlüpfen schon vorhanden sind. Die Lebensdauer ist sehr kurz, eine Nahrungsaufnahme erfolgt nicht mehr, und ist sogar vielfach infolge des rudimentären Zustandes der Mundteile überhaupt unmöglich. Die Begattung ist sehr leicht zu erreichen, und sofort nach dem Schlüpfen möglich. Fast immer sind besondere Organe zum Anlocken der Männchen (Duftorgane) ausgebildet (III. Gruppe).
5. Bei sehr vielen Arten setzt eine Degeneration der nicht zur völligen Ausbildung gelangenden Eianlagen nach der Fertigstellung der legereifen Eier ein, die zu völligem Zerfall und zur Resorption der restlichen Eianlagen führen kann (z. B. *L. monacha*). Wahrscheinlich dient dieser Vorgang zur Bestreitung des Stoffwechsels nach der Aufzehrung der übrigen Reservestoffe im Körper des Falters, und somit zur Verlängerung des imaginalen Lebens.
6. Normalerweise werden stets sämtliche legereifen Eier zur Ablage gebracht. Höchstens bleiben einige wenige, zu deren Herausbeförderung offenbar die Kräfte des Tieres nicht mehr ausreichten, in den Ausführgängen oder den Basalabschnitten der Eischläuche zurück.
7. Durch extreme Temperaturen während der Puppenruhe kann die Zahl der legereifen Eier bei frischgeschlüpften Weibchen abgeändert (vermehrt oder vermindert) werden, nicht aber die Gesamtzahl der endgültig zur Entwicklung und Ablage gebrachten Eier. Die individuellen Unterschiede in der Eizahl innerhalb der Art, dürften vielmehr in erster Linie auf die verschieden große Masse der im Verlauf der larvalen Fraßzeit aufgespeicherten Reservestoffe zurückzuführen sein.
8. Unbegattete Schmetterlingsweibchen bringen genau so viele Eier zur Entwicklung, wie begattete. Sie leben jedoch länger als diese, und legen nur etwa $^1/_3$ ihres gesamten Eivorrates ab, behalten also im Gegensatz zu begatteten Weibchen, bei denen eine restlose Ei-

ablage erfolgt, noch $^2/_3$ ihres Eivorrates in dem Geschlechtsapparat zurück.

9. Die Besamung der Eier erfolgt mit großer Wahrscheinlichkeit stets vom Receptaculum seminis aus. Das Sperma tritt im allgemeinen schon während der Copula aus der Bursa copulatrix in das Receptaculum über. Dabei wird in der Regel die Lagena zuerst gefüllt, und erst später von dieser aus das eigentliche Receptaculum.
10. Bei der Funktion des Receptaculum seminis spielt offenbar das Sekret der Anhangsdrüse, bei der sich eine deutliche Größenkorrelation mit der Bursa copulatrix feststellen ließ, eine besondere Rolle. Sie erscheint nach erfolgter Eiablage infolge starker Sekretionstätigkeit verkleinert. Der Spermavorrat wird bei der Eiablage, wenn eine normale Copula vorausgegangen ist, nicht völlig aufgebraucht.
11. Die Frage, warum das Sperma vor der Besamung der abzulegenden Eier in das Receptaculum übertritt, konnte trotz gelungener künstlicher Befruchtung von Ovarialeiern nicht gelöst werden. Es ist jedoch zu vermuten, daß durch das Sekret der Anhangsdrüse eine Aktivierung des Spermas erfolgt, und daß aus diesem Grunde nur jenes Sperma befruchtungsfähig ist, welches das Receptaculum passiert hat.

Literatur.

(Verzeichnis der zitierten Literatur. Weitere Angaben finden sich im Literaturverzeichnis des ersten Teiles.)

Barbey, A., Traité d'Entomologie forestière. Paris 1925.

Eidmann, H., Eizahl und Eireifung einiger forstlich wichtiger Schmetterlinge. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 13, 1928.

— —, Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. I. Morphologischer Teil. Zeitschr. für angewandte Entomologie Bd. 15, 1929.

— —, Influence of Temperature on the Number of Eggs in Lepidoptera. Verh. IV. Internat. Congress of Entomology Bd. 2, 1929.

Eckstein, K., Beiträge zur Kenntnis des Kiefernspinners *Lasiocampa* (*Gastropacha*, *Dendrolimus*) *pini* L. Zoologische Jahrb. Abtlg. Systematik Bd. 31, 1911.

— —, Bausteine zur Lebensgeschichte der Forleule. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 10, 1924.

Escherich, K., u. Baer, W., Tharandter Zoologische Miszellen. Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft, Bd. 8, 1910.

Escherich, K. und Eidmann, H., Der Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.) und seine Bekämpfung. Deutsche Ges. f. angew. Entomologie Merkblatt Nr. 1 (Serie VI). Berlin 1929.

Frings, C. F., Bericht über Temperatur-Experimente in den Jahren 1905—1907. Societas entomologica, Jahrg. 23.

Lebedev, A. G., und Savenkov, A. N., Einige neue Ergebnisse aus der Biologie und Physiologie des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.). Zeitschr. f. angew. Entomologie, Bd. 16, 1930.

Lederer, G., Handbuch für den praktischen Entomologen Bd. III. Frankfurt a. M. 1923.

Meisenheimer, J., Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche. I. Die natürlichen Beziehungen. Jena 1921.

Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde 4. Aufl. Berlin 1927.

Petersen, W., Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. Acad. St. Petersbourg, Bd. 9, 1900.

— —, Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterlinge und ihre Bedeutung für die Artbildung. Mém. Acad. St. Petersbourg, Bd. 16, 1904.

— —, Über die Spermatophoren der Schmetterlinge. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 88. 1907.

— —, Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Eupithecia* Curt. Vergleichende Untersuchung der Generationsorgane. Deutsche Entomol. Zeitschr. Iris. 1909.

Ratzeburg, J. T. C., Die Forstinsekten. II. Teil: Die Falter. Berlin 1840.

Rösch, G. A., Untersuchungen über die Arbeitsteilung im Bienenstaat. 2. Teil: Die Tätigkeit der Arbeitsbienen unter experimentell veränderten Bedingungen. Zeitschr. f. vergl. Physiologie, Bd. 12. 1930.

Sachtleben, H., Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule, *Panolis flammea* Schiff. und ihrer Parasiten. Arb. Biol. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bd. 15. 1927.

— —, Die Forleule. Monographien zum Pflanzenschutz Nr. 3. Berlin 1929.

Schneider, K., Die Entwicklung des Eierstockes und Eies von *Deilephila euphorbiae*. Archiv für Zellforschung Bd. 14. 1915.

Sprengel, L., Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in den Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. f. Schädlingskunde Bd. 4. 1928.

Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 17, 1931.

Giftigkeit und Giftwert der Insecticide.

VI. Teil: Ziele und besondere Methodik bei der Bestimmung der Giftigkeit im Individualversuch.[1])

Von

F. Stellwaag.

(Staatliche Versuchsanstalt in Neustadt a. d. Hdt. [Zoologische Station]).

(Mit 13 Abbildungen.)

I. Problemstellung.

In einer ausführlichen Untersuchung über die quantitativen Probleme der Pharmakologie geht Löwe[2]) auf die Schleife des pharmakologischen Gesamtvorganges ein.[3]) Deren Darstellung ist in Abb. 1 wiedergegeben. Das Pharmakon ist die wichtigste Größe des pharmakologischen Eingriffes. Von der Hand des Veranstalters aus spielen sich zahlreiche Vorgänge bis zu dem vom Auge des Beschauers wahrgenommenen Symptomenbild ab. Die „Einwirkung" gliedert sich in Eingriff, Anmarschvorgang und Angriff. Nach der Transformation des Giftes entstehen Auswirkungen in aufeinanderfolgenden Stufen verschiedener Qualität, bis das Endsystem erreicht ist.

Wir müssen uns diesen Ablauf der Vorgänge klar machen, wenn wir die Wirkungsweise von Schädlingsbekämpfungsmitteln exakt prüfen wollen. Für unsere Untersuchung ist es wichtig, daß die Vorgänge um so leichter zu beobachten sind, je weniger Zwischenglieder auftreten. „Je stärker im Einzelfall der Anmarschweg verkürzt und damit die Zahl der Einwirkungsvorgänge auf der Wanderung verringert wird, um so mehr verwischt sich der Unterschied zwischen Eingriffs- und Angriffsreiz. Fallen Eingriff und Angriff vollkommen zusammen, so haben wir eine

---

[1]) Siehe Teil I—III im Anzeiger für Schädlingskunde 1929, S. 101 ff., 1930, S. 37 ff. und S. 64 ff. Teil IV und V siehe Anmerkung 1 S. 118.

[2]) Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. S. Löwe, Heidelberg-Mannheim für seine Anregungen meinen Dank aussprechen.

[3]) Ergebnisse der Physiologie 1928, S. 47—187.

Reaktion ohne Anmarschvorgänge, mit denkbarster verkürzter Einwirkungskette, kurz den lokalen Reiz strengster Forderung". (Löwe.)

Für die Beantwortung der Frage, wie Gifte auf Insekten wirken, ist es notwendig, unter möglichster Vereinfachung der Transportwege die Dosis minima letalis zu bestimmen. Der beste Weg hierzu ist die Injektion genau bekannter Gaben in die Blutflüssigkeit. Das Ziel ist, in jedem Falle einen definitiven Wirkungsgrad z. B. den Tod des Tieres zu erreichen. Ihrem Wesen nach sind solche Versuche quantitativer Art. Sie wurden von verschiedenen Forschern unternommen. Crozier[1]) injizierte 1922 Raupen mit einer Strychninsulfatlösung. Er gebrauchte dazu eine gewöhnliche Morphiumspritze und gelangte zu einigen groben Werten. Ein-

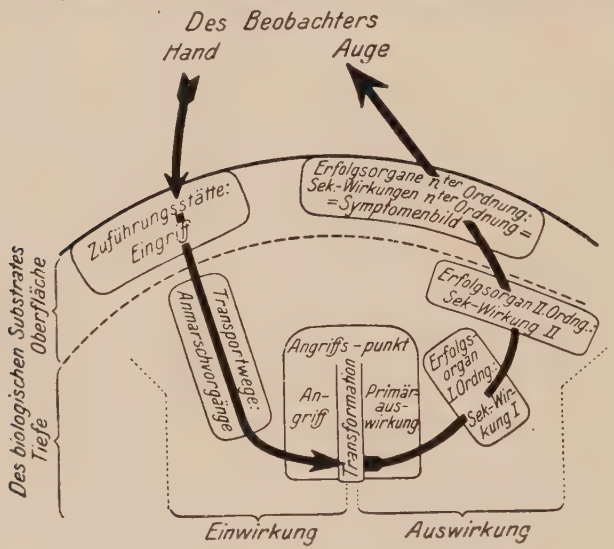


Abb. 1. Die Schleife des pharmakologischen Gesamtvorgangs nach Löwe.

gehendere Untersuchungen stellte Campbell[2]) an. Ihm kam es darauf an, die Geschwindigkeit der toxischen Aktion gleicher Dosen von Arsen zu vergleichen, die den Seidenraupen durch Injektion und durch die Mundöffnung eingegeben waren. Benützt wurde eine Micropipette. Campbell stellte jeweils den Tod der Tiere nach der Aufnahme neutraler Natriumarsenatlösung fest und errechnete den reziproken Wert der vom pharmakologischen Eingriff bis zum Tod verstreichenden Zeit. Zur Erläuterung gebe ich hier die Kurvendarstellung des Autors wieder (Abb. 2).

In neuester Zeit führten J. A. Parventjev und W. Devrient[3]) subkutane Arseninjektionen an *Periplaneta americana* durch, allerdings mit dem Ziel, den Einfluß des Arsens auf die Atmung zu studieren.

[1]) Biolog. Bull. 1922, S. 239.

[2]) Speed of Toxic Action of Arsenic in the Silkworm. — Journal of General Physiology, Bd. IX. 1926. Siehe auch Anzeiger für Schädlingskunde 1929, S. 135.

[3]) Biochemische Zeitschrift, 1930 Bd. 217, S. 368 ff.

Wie ersichtlich, wurde bisher die Gelegenheit, durch Injektion die Wirkung eines Pharmakons zu beurteilen, nur wenig benutzt. Es mag dies seinen Grund darin haben, daß die gebräuchlichen Bekämpfungsmittel meist auf Umwegen entweder als Gase durch die vom Insekt willkürlich verschließbaren Atemlöcher oder durch die Mundöffnung in den Darm des Tieres gelangen müssen, ehe sie den Angriffspunkt erreichen und Wirkungen hervorrufen können. Das Pharmakon muß also erst einen langenEinwanderungsweg im Tiere bis zur resorptiven Wirkungsstätte zurücklegen. Den angewandten Entomologen interessiert daher bei Fraßgiften zunächst die Frage nach der Wirkung der geringsten per os inkorporierten Menge. Wir wissen ja z. B., daß die gebräuchlichen mit 80 bis 90% anderen Stoffen vermischten Arsenmittel wie auch die aufgenommene Nahrung nur in sehr beschränktem Maße vom Insektendarm verdaut werden. Dies gilt, wie Abb. 2 zeigt, von Arsenlösungen, noch viel mehr aber von Aufschwemmungen oder Pulvern, die wasserunlöslich hergestellt werden, damit sie auf den Pflanzen keine Beschädigungen hervorrufen und möglichst wenig von Atmosphärilien angegriffen werden. Nur ein ganz geringer Bruchteil von ihnen gelangt ins Blut. Während bei subkutaner Injektion von Natriumarsenatlösung nach Campbell bei Seidenraupen schon 0,005 mg Arsen pro Grammgewicht des Körpers tötend wirken, liegt z. B. bei Aufnahme per os die mittlere letale Menge eines Bekämpfungsmittels unter Verwendung des gleichen Stoffes in Staubform nach meinen Untersuchungen bei 0,4 mg also 80 mal höher. So verschiebt sich das Problem, sobald man die praktische Bekämpfung der Schädlinge im Auge hat. Man reicht den Tieren im Versuch daher am besten die Gifte auf demselben Weg, der bei der praktischen Bekämpfung in Frage kommt. Für die gebräuchlichen Arsenmittel z. B. bedeutet dies: Zufuhr des Giftes per os. Da diese für die meisten Pulver und Flüssigkeiten der allein wichtige Weg ist, wird im folgenden fast ausschließlich von ihm gesprochen.

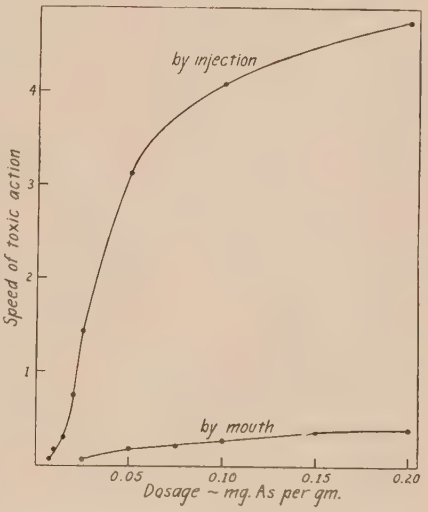


Abb. 2.
Toxische Wirkung bei Blutinjektion und Mundaufnahme des Giftes. Versuchstier: Stadium 5 der Seidenraupe. Nach Campbell. Näheres im Text.

Die vordringlichste Frage lautet: Wieviel von einem zu bewertenden Bekämpfungsmittel muß dem Tier zugeführt werden, bis es sich in einem Zustand befindet, der weitere Schäden ausschaltet. Die festzustellende Giftigkeit ist daher eine quantitative Frage. Sie kann

nur mit Hilfe von Maß- und Gewichtseinheiten beantwortet werden. Ganz allgemein muß die aufgenommene Menge an Ausgangsmaterial, der Giftgehalt und das Gewicht des Tieres bestimmt werden, damit daraus die aufgenommene Giftmenge pro Gewichtseinheit Körpermasse errechnet werden kann.

Einige meiner Untersuchungen, die ich auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie in Rostock 1930[1]) vorgetragen habe, hatten gezeigt, daß Calciumarseniate von gleichem Gehalt an As_2O_5 je nach der Zustandsform ganz verschiedene Wirkungen hervorriefen, auch wenn den Versuchstieren gleiche Mengen des Pharmakons inkorporiert worden waren. Manche wirkten tödlich, andere hatten keine toxische Wirkung. Im ersten Fall wurde also wahrscheinlich viel, im anderen wenig oder nichts resorbiert. Beim Vergleich der einzelnen Bekämpfungsmittel kommen drei Größen in Betracht:

a) die inkorporierte Dosis des Gesamtmittels.
b) die Dosis des wirksamen Prinzips.
c) die resorbierte Dosis.

Von diesen muß und kann bei quantitativen Untersuchungen a und b genau bestimmt werden. Die Größe c dagegen variiert je nach den Außenumständen und bleibt immer fraglich. Es ist nicht notwendig sie zu suchen oder zu errechnen. Ein Bekämpfungsmittel ist innerhalb gewisser von der Praxis gesteckter Grenzen um so wertvoller, je kleiner a und je größer b ist. Es besteht also eine Beziehung a:b, die für alle Untersuchungen besondere Wichtigkeit hat, und aus der die Giftigkeit eines Pharmakons bestimmt werden kann.

Im einzelnen scheint es mir hier notwendig zu präzisieren, welche Ergebnisse mit quantitativen Untersuchungen für Bekämpfungsmittel gewonnen werden können, wie ich auch im Anzeiger für Schädlingskunde 1930, S. 40 und 41 schon verschiedene Gesichtspunkte bezüglich der Insekten hierfür gebracht habe. Es handelt sich um folgende:

1. Exakter Vergleich der Bekämpfungsmittel, d. h. der Gesamtstoffe (Größe a) in mehr oder weniger komplexer Zustandsform.
2. Exakter Vergleich der einzelnen Gifte (Größe b), z. B. Kupferacetat, Arsenit, Calciumarseniat, Bleiarseniat, Kieselfluornatrium etc.
3. Exakter Vergleich wirksamer Prinzipien, z. B. As_2O_5 und As_2O_3.
4. Exakter Vergleich der Zustandsformen und Träger der Gifte (siehe Anzeiger für Schädlingskunde 1930, S. 113).
5. Exakte Bestimmung der Gesamtwirkung verschiedener Komponenten auf das Endsystem.

---

[1]) Anzeiger für Schädlingskunde 1930, S. 113 und Verhandlungen der Gesellschaft 1930, erschienen 1931 im Verlag Paul Parey, Berlin.

Wenn diese Untersuchungen durchgeführt werden sollen, so muß von der bisher üblichen groben Empirie abgegangen und eine exakte Methode angewendet werden. Es ist dann möglich, mit wissenschaftlichen Hilfsmitteln neue Bekämpfungsmittel herzustellen, die gegenüber den heute gebräuchlichen in toxikologischer oder praktischer Hinsicht Verbesserungen aufweisen. Es kann auch möglich sein, andere Stoffe als die jetzt gebräuchlichen Insektengifte zu finden, die den Verdauungsvorgang so beeinträchtigen, daß der Tod des Versuchstieres eintritt. Die Methodik für quantitative Untersuchungen soll im folgenden erörtert werden.

II. Die bisher angewandten Methoden.

Insekten sind kleine Tiere mit verschiedenen morphologischen und biologischen Eigenschaften. Ihnen Gift in bestimmter Menge zu geben, ist schwierig. Es wurden jedoch im Laufe der letzten Jahre verschiedene Methoden angewandt, die mehr oder weniger genaue Ergebnisse bringen. Im folgenden will ich diejenigen übergehen, die zu Irrtümern führen. Es muß eine Methodik angewandt werden, die gestattet, den Versuchstieren genau bemessene Giftmengen in den Darmkanal einzuführen, ohne daß die Tiere beschädigt werden. Da es sich um die Feststellung von Milligrammbruchteilen handelt, ist ungleichmäßige Arbeit auszuschalten. Am ehesten sind exakte Ergebnisse von Apparaten zu erwarten. Diese müssen aber Präzisionsinstrumenten gleichkommen. Je weniger kompliziert und je billiger sie sind, um so leichter wird ihre Handhabung gewährleistet. Die Einverleibung des Pharmakons muß bei möglichst vielen Tieren ohne große Umstände vorgenommen werden können, so daß die Ergebnisse sich auf einheitliches Tiermaterial beziehen. Die Forderungen, die an Tiere zu stellen sind, habe ich früher auseinandergesetzt. Hier möchte ich nur noch darauf hinweisen, daß die Tiere gesund, gleich alt und von gleicher Entwicklungsstufe sein müssen. Zieht sich eine Versuchreihe über mehrere Tage hin, so ist das Material aus ein und derselben Zucht nicht mehr einheitlich und kann exakt nicht mehr verglichen werden. Staffelzuchten sind daher nicht zu umgehen. Man strebe darnach, Tiere zu verwenden, die im Gewicht ungefähr übereinstimmen. Im Freiland gesammelte Insekten sind meist unbrauchbar, da man ihre Vorgeschichte nicht kennt und die Aufdeckung von Ursache und Wirkung erschwert wird, wenn Nebenerscheinungen auftreten.

Im allgemeinen müssen die Versuche so angestellt werden, daß sie frei von Unklarheiten in der Wiederholung die gleichen Ergebnisse bringen. Dazu gehört einmal eine logische Klärung der Begriffe, wie ich sie zu geben versucht habe, und eine logische Fragestellung. Man kann nicht im Serienversuch die Dosis letalis errechnen, oder mit einer chemischen Untersuchung physiologische Zustände aufdecken oder den Giftwert eines Präparates aus der Kotmenge beurteilen oder mit Hilfe

der chemischen Analyse des ganzen Tierkörpers die Giftigkeit von Bekämpfungsmitteln charakterisieren.[1])

Die Logik erfordert, daß jede Vieldeutigkeit vermieden wird, die stets nichts anderes ist als ein Herd dumpfer Mißverständnisse. Die Prüfung von Bekämpfungsmitteln hat bisher leider oft genug Irrtümer, geradezu mittelalterliche Verknüpfungen von Tatsachen und Zuständen, oftmals der Begriffsfolge entbehrende Beziehungsvorstellungen und in sich nichtige Problembildungen erzeugt. Wer die Literatur des In- und Auslandes kennt, der muß zugeben, daß manche Autoren ihre Aufgaben mit beschämend geringen Kenntnissen zu lösen versucht haben. Die in der Wissenschaft selbstverständliche Voraussetzung, Vorarbeiten zu berücksichtigen und kritisch zu verarbeiten, wurde meist nicht erfüllt. Irrungen und Zeitverlust sind die Folge, wenn die Erfahrungen und begrifflichen Anschauungen anderer keine produktive Verwertung finden. Dies alles ist um so mehr zu beklagen, als Bekämpfungsmittel in allen Weltteilen in größtem Umfange hergestellt und gebraucht werden. Ihre Anwendung ist eine volkswirtschaftliche Angelegenheit von nicht zu unterschätzender Bedeutung, und überall unterhalten die Staaten mit großen Kosten eigene Organisationen für Pflanzenschutz, um den Gebrauch der Bekämpfungsmittel zu steigern.

a) Die Verfütterung eingetrockneter Tropfen.

Diese Methode von Cook und Mc Indoo[2]) kann für Lösungen und Aufschwemmungen angewandt werden. Campbell hat sie mit Recht 1926[3]) folgendermaßen kritisiert: Man ist nicht sicher, ob die einzelnen Tropfen bei Aufschwemmungen gleichmäßig sind, wenn sich diese absetzen. Es ist nicht wahrscheinlich, daß jedes Individuum in einer verhältnismäßig kurzen Zeit die ganze Fläche, auf der der eingetrocknete Tropfen liegt, aufnimmt. Die Kruste kann abfallen oder sich in kleinen Teilen ablösen. Jedes Tier muß genau beobachtet werden, bis der Tropfen völlig gefressen ist. Das bedeutet großen Zeitverlust, und man kann nur wenige Vergleichsversuche anstellen. Hinzufügen möchte ich, daß man dann in aufeinanderfolgenden Tagen arbeiten muß, und daß infolgedessen, wie oben ausgeführt, das Tiermaterial nicht mehr genau vergleichbar ist.

b) Ähnliche Methode für Fruchtfresser.

Um die Empfänglichkeit verschiedener Obstmadenrassen gegenüber Arsen zu studieren, gebrauchten L. Hasemann und Buck F. Virgel[4]) folgende

[1]) Siehe Stellwaag, Physiologische Wertbestimmung der von Leibbrandt bearbeiteten Grünpräparate. Weinbau und Kellerwirtschaft 1930 und Stellwaag: Gegenwärtiger Stand unserer Kenntnisse über die Normierung der Schädlingsbekämpfungsmittel im deutschen Weinbau. Wein und Rebe 1930, Jahrg. 12, Heft. 3.

[2]) U. S. Dep. of Agricultural Dep. Bull. 1923, Nr. 1147.

[3]) Journal of Agricultural Research Bd. XXXII, 1926.

[4]) Journal of Economic Entomology 1929, Bd. 22, S. 655.

Methode: Von Äpfeln wurde an der Seite eine kleine Scheibe abgeschnitten und in die Schnittstelle eine erbsengroße Höhlung gebohrt, in die ein Tropfen einer Lösung von Arsenoxyd bestimmter Stärke gegeben wurde. Je eine vorher gewogene Raupe wurde in die Höhlung gebracht und mit der abgeschnittenen Scheibe zugedeckt. „Dies hat sich als eine sehr brauchbare Methode erwiesen. Die Tiere finden das Arsen in der dunklen Höhle, beginnen zu fressen und zerstören einen beträchtlichen Teil der Umgebung, welche das Gift enthält". Jeden Morgen wurde kontrolliert.

Nachteil: Man kann nur ungenau feststellen, ob die ganze Arsendosis von der Larve aufgenommen wird.

c) Die Verfütterung von Tropfen an das Versuchstier.

Campbell[1]) brachte Gifttropfen so nahe an den Kopf fressender Raupen, daß sie aufgesogen wurden. Er ließ dann die Tiere noch die Futterstelle fressen, auf der der Tropfen sich befand. Eine andere Methode war, die Tropfen mit Hilfe einer Nadel unter der Lupe direkt auf die Mundteile einer Raupe zu bringen und einen kleinen Tropfen Wasser hinterher zu geben. Die Flüssigkeitsmengen wurden mit einer sehr empfindlichen Mikrobürette gemessen.

Nachteile: Nur anwendbar für Lösungen; Verfahren umständlich, zeitraubend und lediglich für große Insekten zu gebrauchen, soweit sie ein Bedürfnis haben, Flüssigkeiten aufzunehmen.

d) Die Verteilung einer bestimmten Giftmenge auf eine bekannte Fläche mit der Hand.

Brindley[2]) zeichnete ein Blatt mit Pauspapier ab und maß seine Fläche mit Hilfe eines Planimeters. Dann breitete er eine gegebene Materialmenge mit einem biegsamen Spatel möglichst gleichmäßig darüber aus und errechnete die Giftmenge pro Flächeneinheit. Die Versuchstiere wurden dazugegeben, nachdem das Blatt in eine Flasche mit Wasser gestellt worden war.

Nachteile: Es ist unmöglich, die Giftschicht durch Handarbeit so gleichmäßig aufzutragen, daß sie als exakte Grundlage für Berechnungen dienen könnte. Während des Fraßes können Teile von ihr abfallen.

Eine ähnliche Methode gebrauchten Wyscheleskaja und Parfentjev.[3]) Die Verfasser zeichneten die Umrisse eines zu verfütternden Blattes auf Papier. Aus dem Gewicht von 1 qcm des Papieres wurde die Fläche des Blattes berechnet. Darauf legte man das Blatt in eine Petrischale von 400 qcm Fläche, bestäubte und hob es ab. Das in der Petrischale zurückbleibende Pulver wurde ausgewaschen und jodometrisch bestimmt. So

[1]) a. a. Orte 1926.
[2]) Journal of Economic Entomology 1929, Bd. 22, S. 221.
[3]) La défense des plantes 1928, Bd. V, Nr. 2.

konnte die auf 1 qcm des Blattes haftende Arsenmenge berechnet werden. Die Arbeit ist russisch geschrieben. Soweit ich aus dem Referat von Voelkel im Anzeiger für Schädlingskunde 1929 S. 23 entnehme, dürften folgende Nachteile bestehen: Gleichmäßigkeit des Arsenbelages beim Bestäuben und während des Fraßes ist nicht gewährleistet. Umständliche Handhabung. Hinzu kommt, daß die zeitraubenden Vorbereitungen jeweils nur für wenige Raupen ausreichen. So ist es auch hier kaum möglich, mit einheitlichem Tiermaterial zu arbeiten.

Janisch benutzte 1926[1]) folgende Methode:

„Zur Feststellung der aufgenommenen Giftmenge wurde der genaue Umriß des Blattstücks auf Millimeterpapier mit spitzem Bleistift nachgezogen und die Zahl der Quadatmillimeter der Blattfläche ausgezählt. Darauf wurde das Blattstück gewogen und durch kräftiges Schütteln in einer Pulverflasche mit dem staubfeinen trockenen Gift möglichst gleichmäßig eingestäubt. Die Gewichtszunahme beim erneuten Wiegen wurde als aufgebrauchte Fraßgiftmenge angesehen. Aus ihr wurde an Hand der Größe der Blattoberfläche die auf dem Blattstück haftende Giftmenge in mg/qmm errechnet. Nach dem Fraß wurden auf dem obigen Blattumriß die Fraßstücke in gleicher Weise eingezeichnet und die entsprechende Blattfläche ausgezählt."

Nachteile: Eine zuverlässig-gleichmäßige Verteilung des Staubes ist nicht möglich. Während die Raupen fressen, können sich Giftteile von der Unterlage ablösen. Es können nicht genug Raupen gleichzeitig gefüttert werden, trotzdem für solche Versuche zahlreiche Individuen nötig sind.

e) Vorrichtung für eine zuverlässige Herstellung gleichmäßiger Giftgaben.

Allen bisher mitgeteilten Verfahren gegenüber bedeutet der Stäubeapparat von Campbell[2]) einen wesentlichen Fortschritt. Im wesentlichen besteht er aus einer auf einem Holzgestell ruhenden Glasglocke, in die von unten her Staub eingeblasen wird. Gröbere Teilchen setzen sich ab, feinere schweben. Die Glocke wird abgehoben und über eine Glasscheibe mit ausgestanzten Blatteilchen gestülpt, auf die sich der feine Staub in der Glocke allmählich niedersenkt. Damit die Staubmenge bestimmt werden kann, werden zwei Deckgläser von bekanntem Gewicht mit bestäubt und gewogen. Jedes Blattstück wird sodann mit einem ebensogroßen überklebt, so daß sich die Giftschicht zwischen den beiden Lagen befindet und nicht abgestreift werden kann. Je eine Raupe erhält ein solches Sandwich zu

[1]) Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst 1926.

[2]) Campbell und Filmer, A Quantitative Method of Estimating the Relative Toxicity of Stomach-Poison Insecticides. Fourth International Congress of Entomologie 1928, Bd. II 1929, und Anzeiger für Schädlingskunde 1929, S. 137.

fressen. Die von ihr aufgenommene Menge wird rechnerisch festgestellt, nachdem die Blatteile zwischen Glasplatten photographiert und das Bild vergrößert worden ist. „Da die Sandwiches in der Platte, besonders die an den Ecken, während der Aufbewahrung ungleichmäßig zusammenschrumpfen, war es notwendig, die Fläche jedes ausgedehnten Sandwiches festzustellen, als ob nicht davon gefressen worden wäre. Zu diesem Zweck macht man Pappdeckelscheiben von der geschilderten Größe der Sandwiches zurecht und stellte an ihnen die am Sandwich fehlende Fläche mit einem Polarplanimeter fest." Die gefressene Fläche war die Differenz zwischen diesen Messungen."

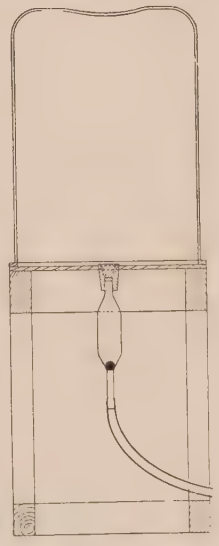


Abb. 3. Stäubeapparat nach Campbell.

Im einzelnen erfolgt die Bestäubung in die Glocke folgendermaßen. Eine Bombe mit komprimierter Luft steht durch einen Gummischlauch in Verbindung mit einem Glasrohr, das unterhalb des Bodens des Stäubeapparates sich erweitert. Eine Paraffinkugel kann die Öffnung zur Glasröhre abschließen. Das zu prüfende Material wird auf sie in die Erweiterung eingefüllt. Der Glasraum verengt sich nach oben und steckt in einem Kork, der mit zwei Röhren durchbohrt ist. Durch den Druck der Luft wirbelt das Pulver im erweiterten Glasraum und verteilt sich nach oben durch die beiden Korköffnungen in die darüber stehende Glasglocke (siehe Abb. 3). Die gewogenen und zu bestäubenden beiden Deckgläser haben dieselbe Größe wie die Sandwiches. Diese werden so hergestellt, daß eine Scheibe mit Kleister überzogen und auf die andere, bestäubte, gelegt wird. Beide werden dann durch einen Kork zusammengepreßt, bis sie fest zusammenkleben. Jedes Sandwich steckt Campbell an einer Seite in ein Stück Kork, so daß die Raupe bequem daran fressen kann. Je eine solche Vorrichtung wird mit je einer Raupe in eine Petrischale zusammengebracht. Später verbesserte Campbell den Apparat,[1]) indem er zwischen Glasglocke und Tisch eine durchbohrte Glasplatte einschaltete, so daß man den Staub darauf zusammenkehren und wieder verwenden kann. Sandwiches und Deckgläser legt er auf eine Glasplatte, auf die etwas Papier geleimt wird, damit sich nichts verschieben kann.

Wie ersichtlich, hat die Campbell-Methode folgende Vorzüge: Der Niederschlag ist fein und gleichmäßig, man kann je nach der Größe der Glocke 40—60 Blattstückchen bestäuben und infolgedessen gleichartiges Tiermaterial verwenden, die Wägung der Schicht auf den Deckgläsern schaltet Fehler aus, eine einzige Wägung genügt für eine große Zahl von

[1]) Journal of economic Entomologie Vol. 23, 1930.

Blattstückchen und durch die Herstellung eines Sandwiches wird der Niederschlag geschützt. Der Apparat entspricht also im großen und ganzen den gewünschten Anforderungen.

Mit Hilfe dieses Apparates ist es nicht nur möglich, die Wirkungen genau dosierter Giftmengen auf das Gewicht des Insektenkörpers festzustellen, sondern auch zu finden, welche Faktoren außer der Giftigkeit die Wirkung von Schädlingsbekämpfungsmitteln beim Serien- und Freilandversuch beeinträchtigen. So stellt er eine wertvolle Vorrichtung für verschiedene toxikologische Arbeiten dar.

Fehler können vorkommen einmal bei der Wägung der beiden kleinen Deckgläschen, die von der Unterlage abgehoben und zur Waage gebracht werden müssen, ferner bei der Herstellung der Sandwiches, wenn die Leimschicht auf die Staubschicht gedrückt wird, und die Teilchen gegebenenfalls verschiebt, ferner vor allem bei der Größenfeststellung der Plättchen, die in der Zeit von der Bestäubung über die Fütterung zur Photographie rasch einschrumpfen und endlich bei der Vergleichsfeststellung der gefressenen Teile mit Pappdeckelscheiben. Eine Beseitigung dieser Fehlerquellen erhöht die Brauchbarkeit der Vorrrichtung.

Nachdem ich den Apparat in Campbells Laboratorium kennen gelernt hatte, schien es mir notwendig, ihn auf seine methodische Brauchbarkeit nachzuprüfen. Im Laufe der drei Jahre, in denen ich nun damit arbeite, habe ich verschiedene Änderungen zur Ausschaltung der möglichen Fehler für richtig befunden, durch die auch eine Verbilligung herbeigeführt wird. Im folgenden sei zunächst die veränderte Vorrichtung ausführlich beschrieben, in der Hoffnung, daß es möglich sein wird, sie an möglichst vielen Stellen zu verwenden. Weiterhin teile ich meine Ergebnisse über die methodische Prüfung des Apparates mit.

III. Der Campbell-Stellwaag-Bestäubungsapparat.

Die Abb. 4 zeigt den Apparat. Der Glaszylinder (Präparatenglas) besteht aus starkem weißen Glas mit völlig ebenem Kragen (äußerer Durchmesser ca. 25 cm, Höhe 30 cm, in jedem Geschäft chemischer Apparate billig zu haben) und ruht mit der Öffnung nach unten auf einem Schemel. Dieser ist wie bei Campbell in der Mitte durchbohrt und mit einem breiten Kork verschlossen. Durch den Kork läuft eine Glasröhre bis etwa ein Drittel in den Zylinderhohlraum. Sie setzt sich nach unten fort in eine Pulverflasche, in die etwa 4—6 ccm des zu verstäubenden Präparates eingefüllt wurde. Eine zweite in die Pulverflasche führende, gebogene Glasröhre steht mit einem Handgebläse in Verbindung. Der Druck auf das Gebläse treibt die feinen Teile des Pulvers in den Glaszylinder. Durch diese Vorrichtung wird die teuere und immer wieder neu zu füllende Bombe mit komprimierter Luft überflüssig, und man kann

nach Belieben ganz kleine Mengen in die Glasglocke blasen. Zwischen Glocke und Schemel schaltet man eine durchbohrte Glasscheibe und legt darauf ein großes, überall käufliches Blatt Filtrierpapier, so daß ein möglichst dichter Abschluß des Zylinders auf seiner Unterlage erreicht wird. Neben dieser Vorrichtung befindet sich eine große Glastafel ebenfalls mit Filtrierpapier. Darauf kommen die mit dem Korkbohrer ausgestanzten Blattstückchen. Statt der beiden Deckgläser von der Größe des Sandwiches benutzte ich viereckige Deckgläser von möglichst großem Format, um die Zuverlässigkeit der Wägung zu erhöhen.

Die Herstellung des Sandwiches erschwert rasches Experimentieren und birgt in sich, wie oben erwähnt, vielerlei Gefahren. Ich verwende daher nur die einfachen Blattausschnitte und streiche mit einem feinen

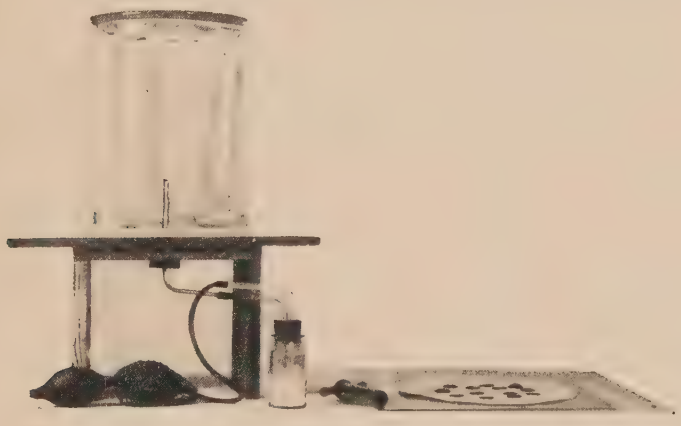


Abb. 4. Der Bestäubungsapparat nach Campbell-Stellwaag.

Pinsel eine Schicht frisch hergestellten Stärkekleisters darüber. Auf die Leimschicht der Blättchen senkt sich der feine Staub und wird hier in zufriedenstellender Weise festgeklebt. Die Schicht hat den Vorteil, daß irgendwelche gröbere Vertiefungen und Erhöhungen der Blätter (durch Adern und Haare) ausgeglichen werden. Nachdem der Leim mit dem Präparat getrocknet ist, gibt man je ein Blättchen in eine Petrischale und zwar so, daß man es an den Rand lehnt. Auf diese Weise wird der von Campbell verwendete Kork überflüssig. Oft ist dies gar nicht nötig, denn die Tiere befressen auch die liegende Blattscheibe (Abb. 5 a u. b). Es ist wichtig, daß die Tiere sofort zu fressen anfangen. Man läßt sie also vor Beginn des Versuchs zweckmäßig eine Mahlzeit oder zwei übergehen. Während der kurzen Nahrungsaufnahme trocknen die Blättchen nicht ein und behalten ihren Umfang. Wenn die gewünschte Menge des Bekämpfungsmittels aufgenommen wurde, muß jedes der Blättchen sofort gezeichnet werden. Ich gebrauche zu diesem Zweck den Miraphot-Vergrößerungsapparat von Zeiß (Abb. 6) mit automatischer Scharfeinstellung und ver-

Abb. 5a. Stabheuschrecke in der Petrischale mit dem bestäubten Blattstück.

wende gewöhnlich eine dreifache Vergrößerung. Man erhält dann ein genaues Abbild des Blättchens. Diese Methode ist viel genauer als die Photographie in natürlicher Größe und wenig umständlich. Zur Berechnung des gefressenen Flächenteiles stehen zwei Methoden zur Verfügung:

Abb. 5b. Das Blattstück mit dem Arsenstaub befressen.

Die Ablesung mit durchsichtigem Millimeterpapier oder die Messung mit Hilfe eines Planimeters. Die erste Methode ist bei den in Betracht kommenden kleinen Flächen genauer und erspart Apparate. Die zweite führt nur zum Ziel, wenn man die Grenzen vielmals (etwa 10 mal) umfährt und das Resultat dann entsprechend dividiert. (Polarplanimeter erhält man z. B. bei Gebr. Wichmann, Berlin NW 6, Karlstraße 13/14.)

Es ist notwendig, noch auf die vorzunehmenden Wägungen einzugehen. Die Versuchstiere wiegt man am raschesten und hinreichend

Abb. 6. Miraphotvergrößerungsapparat von Zeiß.

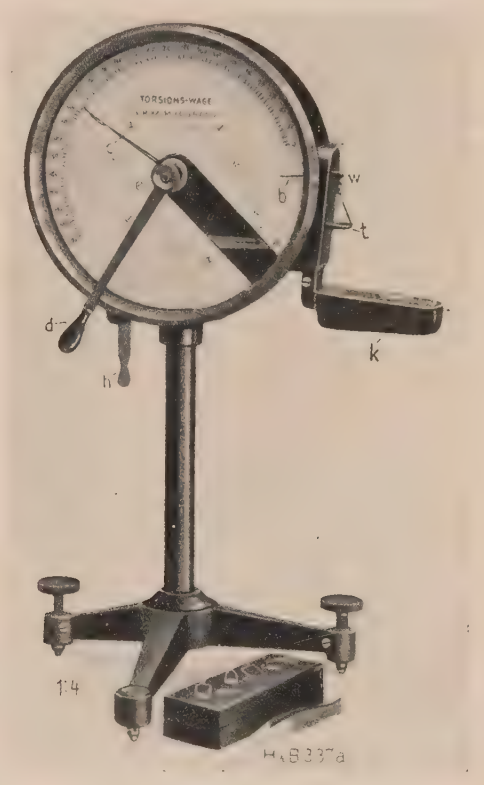


Abb. 7. Torsionswaage.

genau mit einer Torsionswaage für 1000 mg, wie sie in Abb. 7 dargestellt ist (Bezugsquelle z. B. Lautenschläger, Berlin), die Deckgläser mit einer gewöhnlichen Mikrowaage (Sartorius, Göttingen). Günstig ist es, eine Anzahl von ihnen, genau gewogen, vorrätig zu halten.

IV. Methodische Prüfung des Apparates.

Die geschilderte Methode ist nur dann brauchbar, wenn einige Vorfragen beantwortet sind.

a) Ist die Staubschicht an allen Stellen unterhalb des Glasbehälters gleichmäßig dick?

Um dies zu prüfen, habe ich drei Wege eingeschlagen.

Vom Mittelpunkt des Filtrierpapiers, auf dem die Glocke nach dem Abheben vom Schemel ruht, bis an den Seitenrand wurden Deckgläschen

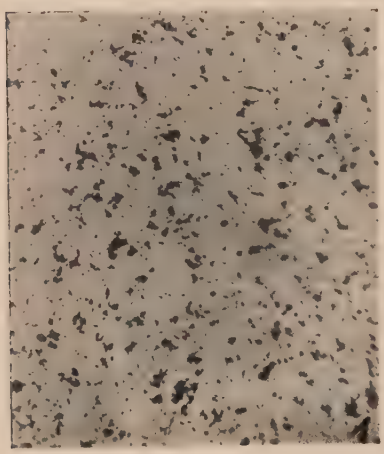


Abb. 8.

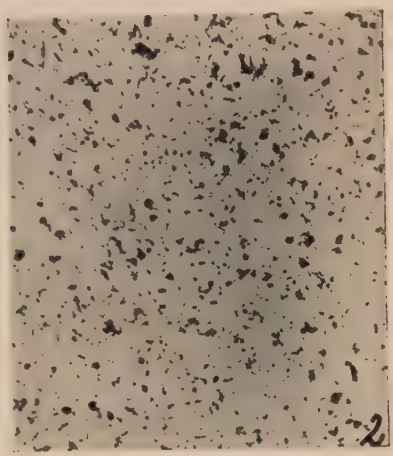


Abb. 9.

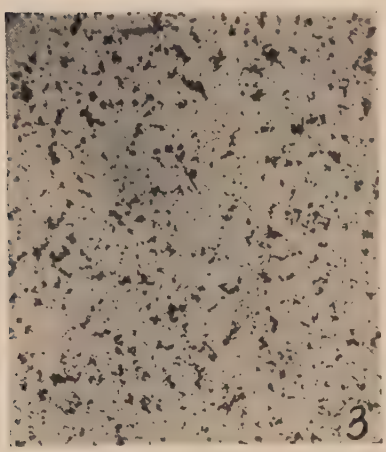


Abb. 10.

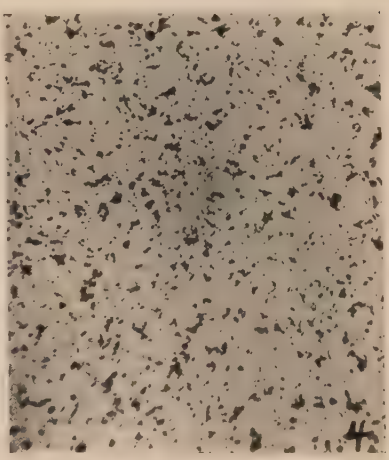


Abb. 11.

Erklärung im Text.

gelegt, ganz schwach bestäubt und vergrößert photographiert. Das Ergebnis zeigen die Abb. 8—11. Abb. 8 wurde im Mittelpunkt, also 10 cm vom Rand entfernt, das zweite (Abb. 9) 7 cm vom Rand, das dritte (Abb. 10) 4 cm vom Rand, das vierte (Abb. 11) 1 cm vom Rand aufgenommen. Wie ersichtlich, zeigt die Anordnung der Staubteilchen keine Unterschiede. Ich erhielt das gleiche Ergebnis, einerlei ob ich feinstes Talkum, Meritol oder Nosprasen verwendete.

Eine große Anzahl von Deckgläschen an verschiedenen Stellen unterhalb der Glocke wurde in einem Arbeitsgang bestäubt und gewogen. Unterschiede konnten nicht gefunden werden (s. auch später).

Genau gleichschwere Seidenraupen des vierten Stadiums, die ganz gleichmäßig ernährt waren, erhielten Blättchen einer Stäubung eine gleichbegrenzte Zeitlang zu fressen. Sie nahmen folgende Mengen auf:

Tier Nr. 1 . . .	0,057 mg	(Blättchen	vom Rand)
„ „ 4 . . .	0,058 „	„	von der Mitte)
„ „ 10 . . .	0,058 „	„	„ „ „
„ „ 9 . . .	0,058 „	„	vom Rand
„ „ 2 . . .	0,059 „	„	„ „
„ „ 3 . . .	0,059 „	„	„ „
„ „ 7 . . .	0,059 „	„	„ „
„ „ 8 . . .	0,060 „	„	„ „
„ „ 5 . . .	0,061 „	„	von der Mitte
„ „ 6 . . .	0,061 „	„	vom Rand

Ergebnis: Wie ersichtlich, wurde eine befriedigende Übereinstimmung erzielt. Unterschiede sind nicht auf verschieden dicke Belage zurückzuführen, sondern auf Unterschiede in der Fraßzeit. Die Staubschicht legt sich also an allen Stellen unterhalb des Glasgefäßes gleichmäßig dick auf.

b) Hat das Pulver auf den Blättchen die gleiche Zusammensetzung wie das Ausgangsmaterial?

Die Versuche stellte ich folgendermaßen an:

Im Glasgefäß wurde der Giftstaub verteilt. Während man sonst zweckmäßig die Glocke nach 5—6 Sekunden abhebt, wurde sie erst nach 15 Sekunden weggenommen und auf Papier gestülpt. Die zu prüfenden Pulver ließ ich auf Glanzpapier absetzen und chemisch untersuchen.[1])

Ausgangsmaterial	Arsengehalt des Ausgangsmaterials	Arsengehalt des Feinabsatzes
	As_2O_5	As_2O_5
Kalkarsen Merck . .	29,7 %	29,7 %
Nosprasit I. G.-Farben	7,7 %	7,7 %
Cusarsen Merck . . .	10,9 %	10,9 %

Ergebnis: Ausgangsmaterial und Feinabsatz stimmen also überein. Eine Änderung des Arsengehaltes hat nicht stattgefunden.

c) Entstehen Fehler beim Wägen der Deckgläser?

Wie oben erwähnt, verwende ich möglichst große Deckgläser, damit etwa vorkommende Verluste sich ausgleichen.

[1]) Die Analysen verdanke ich Herrn Dr.-Ing. Sailer von der chemischen Station unserer Anstalt.

Die Gläser wurden nach der Bestäubung teils mit einem Spatel vorsichtig abgehoben und auf die Waage gebracht oder an Ort und Stelle in ein Uhrschälchen gelegt, mit einem zweiten überdeckt und dann gewogen. Im folgenden gebe ich die bei der Wägung einer Anzahl gleichmäßig bestäubter Deckgläser gefundenen Gewichte wieder.

Gewichte des Deckglases ohne Belag	Gewichte des Deckglases mit Belag	Gewicht des Belages
0,4143 g	0,4165 g	2,2 mg
0,3876 g	0,3898 g	2,2 mg
0,4160 g	0,4182 g	2,2 mg
0,4502 g	0,4524 g	2,2 mg
0,3880 g	0,3902 g	2,2 mg

Gewichte des Deckglases und der Uhrschälchen ohne Belag	Gewichte des Deckglases und der Uhrschälchen mit Belag	Gewicht des Belages
32,3423 g	32,3445 g	2,2 mg
32,3384 g	32,3406 g	2,2 mg
32,3342 g	32,3364 g	2,2 mg
32,3392 g	33,3414 g	2,2 mg
32,3210 g	32,3232 g	2,2 mg

Ergebnis: Es bestehen also im Gewicht des Belages weder Unterschiede zwischen den frei zur Waage gebrachten und den in den Uhrschälchen liegenden Deckgläsern noch zwischen den einzelnen Deckgläsern unter sich. Die vorsichtige Wägung kann daher als fehlerfrei bezeichnet werden.

d) Können sich Teile des festgeklebten Belages während der Giftaufnahme durch das Tier loslösen?

Diese außerordentlich wichtige Frage habe ich auf folgende Weise geprüft: Objektträger wurden mit Stärkekleister auf der einen Hälfte in gleicher Weise bestrichen, wie dies bei den ausgestanzten Blattstücken geschieht. Die Bestäubung wurde mit einem groben Calciumarsenpulver vorgenommen, um möglichst ungünstige Verhältnisse zu schaffen. Nachdem die Schicht trocken war, befestigte ich sie wie ein Schwirrholz an einer 1 m langen Schnur und schleuderte im Kreis 60mal während einer Minute. Die Untersuchung im Mikroskop zeigte, daß der ungeleimte Belag auf der einen Hälfte der Objektträger sich völlig losgelöst hatte, der geleimte Belag aber gleichmäßig war. Durch den Vergleich dieses geleimten Belages mit dem eines nicht geschleuderten Objektträgers des gleichen Versuches konnte festgestellt werden, daß beide übereinstimmten. Die Abb. 12 zeigt links einen Ausschnitt aus dem geleimten Belag eines geschleuderten Objektträgers, rechts den eines ungeschleuderten. Links unten befand sich außerhalb der Leimschicht der Staub auf dem Deckglas.

Es wurde durch die Schleuderung entfernt und ist daher als weiße Fläche sichtbar.

Die gleichen Bilder erhielt ich, wenn die Objektträger mit Hilfe des von Goernitz-Voelkel zur Prüfung der Haftfähigkeit konstruierten Apparates mechanisch geschüttelt waren.

Ergebnis: Von der geleimten Schicht lösen sich weder durch Schleudern noch durch Schütteln Teilchen ab, die das Versuchsergebnis beeinträchtigen können. So darf angenommen werden, daß der Belag auch während des Freßaktes durch das Tier gleichmäßig bleibt, um so mehr als hier größere Erschütterungen nicht auftreten.

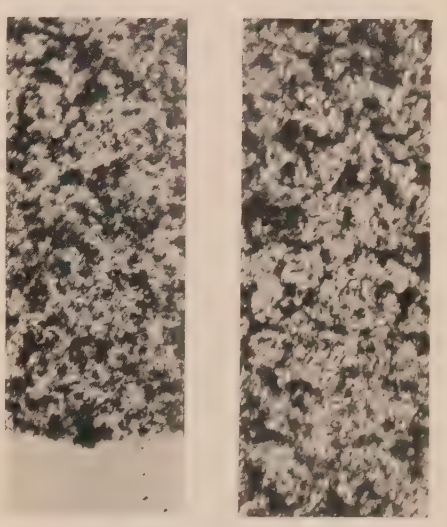


Abb. 12. Mit Gift bestäubte Objektträger. Links in $^5/_6$ des Objektträgers festgeleimte Giftschicht geschleudert, rechts überall festgeleimte Giftschicht ungeschleudert. Links unten fehlt der Giftbelag, da er nicht festgeleimt war.

e) Gesamtergebnis.

Der veränderte Campbellapparat ist einfacher, zuverlässiger und billiger als der ursprüngliche. Er entspricht weitgehend den oben aufgestellten Forderungen. Der Apparat hat weiterhin den Vorteil, daß er leicht zerlegbar und einfach zu reinigen ist. Es ist also möglich, fressende Insekten bestimmte Mengen von Bekämpfungsmitteln und Giften aufnehmen zu lassen und daraus die tödliche inkorporierte Giftmenge zu berechnen. Die Untersuchungen, die bisher ausgeführt wurden, zeigen, daß die gewonnenen Resultate hinreichend genau sind, auch wenn man die Zeit des Todeseintrittes berücksichtigt. Dafür sei folgendes Beispiel aus meinen Versuchen angeführt.

(Siehe Tabelle auf S. 130.)

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß man zu abgestuften Giftmengen kommt, die sich allmählich von der harmlosen zur subletalen bis zur letalen inkorporierten Dosis steigern. Dabei handelt es sich um sehr geringe Mengen, die durch chemische Analyse für jedes einzelne Individuum nicht mit der gleichen Genauigkeit gefunden werden können. Ich darf also wiederholen, was ich in „Wein und Rebe“ 1930 ausführte: „Die physiologische Wertstimmung nach modernen Methoden bringt genauere Ergebnisse als die chemische Analyse. Sie führt außerdem rascher zum Ziel“.

Mittel: Nosprasit I. G. (Calciumarseniat von 7,7 As_2O_5).
Versuchstier: Stabheuschrecken Stadium 5.

Versuchsserie Nr.	Nr. des Individuums	Des Individuums Gewicht in mg	Inkorporierte Giftmenge pro g Körpergewicht in mg As_2O_5	Tod nach Stunden					
				24	48	72	96	120	144
3. 1930	18	149	0,02	—	—	—	—	—	—
3. 1930	17	143	0.021	—	—	—	—	—	—
3. 1930	19	142	0,04	—	—	—	—	—	—
3. 1930	20	102	0,047	—	—	—	—	—	—
3. 1930	16	158	0,07	—	—	—	—	—	—
3. 1930	12	159	0,12	—	—	—	—	—	—
3. 1930	14	128	0,14	—	—	—	—	—	—
3. 1930	15	113	0,22	—	—	—	—	—	—
6. 1930	25	75	0,26	—	—	—	—	+	
6. 1930	22	142	0,27	—	—	—	+		
6. 1930	23	118	0,40	—	—	—	+		
6. 1930	24	122	0,42	—	—	—	+		
6. 1930	21	146	0,44	—	—	+			

IV. Verlauf der Versuche und Auswertung.

Nachdem die Brauchbarkeit des Campbell-Stellwaag-Apparates hinreichend genug erwiesen ist, scheint es mir notwendig, noch den Versuchsverlauf zu schildern und zu zeigen, wie die Rechnungen eingeführt werden, die zum Wert der inkorporierten Giftmenge pro Grammgewicht des Körpers führen. Zweckmäßig werden folgende Wege eingeschlagen:

1. Tiere abends aus dem Zuchtmaterial aussuchen und ohne Futter aufzubewahren. Dieses letzte ist wichtig, damit die Tiere später beliebige Mengen bis zur völligen Sättigung fressen können.
2. Am nächsten Tag frisches Futter besorgen. Die Blätter sollen möglichst eben sein, damit gleichmäßige Scheiben gestanzt werden können.
3. Zubereitung frischen Mehlkleisters.
4. Jedes Tier wird auf der Torsionswaage gewogen, kommt dann in eine Petrischale mit Filtrierpapier und erhält eine Nummer.
5. Die Scheiben werden mit einem Korkbohrer über Pappdeckel aus den Blättern gestanzt. Durchmesser etwa 2 cm.
6. Aufstreichen des Mehlkleisters auf die Plättchen, die zusammen mit einem großen Deckglas von bekanntem Gewicht auf ein Blatt Filtrierpapier angeordnet werden (Abb. 4 rechts).
7. Einfüllen des Staubmittels in die Pulverflasche. Zerstäuben mittels des Gebläses in die Glasglocke.

8. Nach wenigen Sekunden wird die Glasglocke abgehoben und über die Blättchen gestülpt. Der Feinstaub senkt sich auf sie herunter. Es kommt sehr darauf an, eine Schicht gewisser Dichte zu erhalten. Die Teilchen sollen nicht so weit voneinander liegen, wie in den Abb. 8—11, aber auch nicht übereinander, da sie sonst nicht festkleben. Gut gestäubt ist, wenn die Teilchen sich fast berühren wie in Abb. 13. Man kontrolliert dies am besten durch mikroskopische Untersuchung eines nichtbestäubten Objektträgers, und erlangt rasch entsprechende Übung. Die Schichtdicke ist je nach dem spezifischen Gewicht und der Feinheit des Präparates verschieden. Nach dem Gewicht kann man nicht arbeiten, da sie sonst bei spezifisch leichtem Material zu dick, bei schwerem zu dünn würde. Berechnet man die Dicke nach dem Giftgehalt, so ergeben sich ebenfalls Schwierigkeiten. Eine zu dünne Schicht hat Lücken, eine zu dicke mit Teilchen übereinander klebt nicht völlig fest.

Abb. 13. Gut gestäubte Schicht.

9. Das Glasgefäß wird abgehoben und das Deckglas auf der Mikrowaage gewogen. Unterdessen trocknet die Staubschicht auf den Scheiben fest.

10. Die Scheiben gibt man zu den Tieren (Abb. 5 a). Zweckmäßig kann man das Filtrierpapier anfeuchten. Etwa vorhandener Kot in den Schalen ist zu entfernen.

11. Kontrolle der Tiere, während sie fressen. Da die Tiere einheitlich bestäubte Scheiben erhalten haben, ist es günstig, sie verschieden lang fressen zu lassen, um eine Staffelung der Dosen zu bekommen Infolgedessen eignen sich solche Tiere ausgezeichnet, die in kurzer Zeit viel fressen und immer wieder hungrig sind wie die Seidenraupen. Nachtfresser sind weniger brauchbar. Man läßt also die ersten Tiere nur wenig aufnehmen, andere mehr und wieder andere alles bis zur Sättigung. Hinterher gibt man unvergiftetes Futter.

12. So rasch wie möglich werden die Scheiben im Vergrößerungsapparat gezeichnet.

13. Zur Kontrolle der Tiere verwendet man Protokolle, die folgende Punkte enthalten: Versuchsserie, Nr. des Individuums, Versuchsansteller, Wirksamer Stoff, Giftgehalt, Versuchstierart, Tempe-

ratur, Gewicht des Deckglases mit und ohne Staub, Gewicht der Staubschicht, Versuchsbeginn, Giftfutter am..., Giftfreies Futter am..., Kontrolle am..., Nahrungsaufnahme + oder —, Tod am..., Kontrolliert wird möglichst oft nach festgesetzten Zeitspannen.

14. Zur Auswertung der Versuche muß man die gefressene Fläche und das Gewicht des Belages kennen. Daraus berechnet man die gefressene Menge. Aus dieser und dem Giftgehalt des Mittels erhält man die gefressene Giftmenge, aus dieser und dem Gewicht des Tieres die Giftmenge pro 1 g des Körpers.

Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege (Chlorops taeniopus Meig.).

Von

Dr. **Otto Watzl.**

(Mitteilung der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.)

(Mit 2 Abbildungen.)

Anfangs Juni 1929 hatte ich Gelegenheit, einen Sortenanbauversuch mit 30 Winterweizensorten an der Zuchtstation der Saatzucht- und Samenverwertungs A. G. für Slovensko in Slovensky Meder (Leitung: Elek Bela) zu besichtigen, welchen Saatzuchtleiter Ing. Norbert Heß zur Ausführung gebracht hatte. Da die Gegend ein starkes Auftreten der Weizenhalmfliege aufweist, erschien es mir wertvoll, die Versuchsparzellen auf ihren Chloropsbefall zu untersuchen, um Aufschluß über die Anfälligkeit der einzelnen Sorten zu bekommen. Ich bin Herrn Ing. Hess, der mir die zur Durchführung der Zählungen nötigen Arbeiterinnen bereitwilligst zur Verfügung stellte und mich auch sonst mit Rat und Tat unterstützte, sehr zu Dank verpflichtet.

Die Anordnung des Versuches, der nach der Standardmethode angelegt war, geht aus folgender Skizze (Tab. 1) hervor, in der die einzelnen Sortenparzellen mit Nummern von 1—30 und die Standardparzellen mit St bezeichnet sind. Es bedeutet z. B. „St II 3—4" jene Standardparzelle der II. Serie, welche zwischen den Sortenparzellen 3II und 4II liegt.

Wir sehen, daß die 30 Sortenparzellen in 3facher Wiederholung angelegt wurden und in Gruppen von je 3 Parzellen zwischen je 2 Standardparzellen gestellt wurden. Aus Raummangel war die I. Serie und die 1. Hälfte der II. in der ersten Langreihe, die 2. Hälfte der II. und die III. Serie aber in einer zweiten Langreihe angeordnet, was die Einfügung von 2 Standardparzellen zwischen den Sortenparzellen 15 und 16 der II. Serie notwendig machte. Der Versuch bestand somit aus insgesamt 122 Parzellen, von denen jede eine Breite von 2,60 m besaß.

Von jeder dieser 122 Parzellen wurde nun ein Endstreifen von 1 m Tiefe abgeschnitten, die Anzahl der befallenen Halme pro 2,6 m^2 gezählt

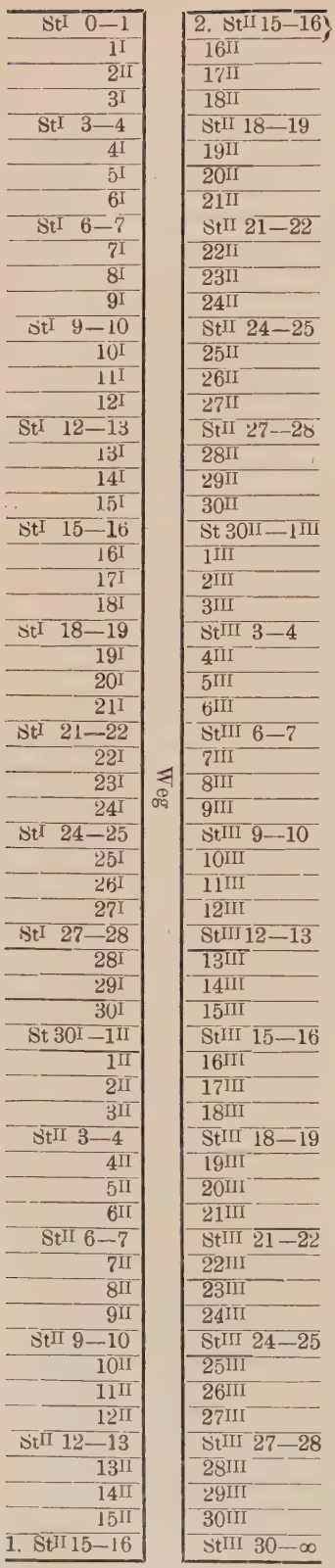


Tabelle 1. Versuchsanordnung.

und auf 1 m² umgerechnet. Die gesamte Arbeit des Erntens der 122 Teilparzellen und Auszählens der befallenen Halme erforderte insgesamt ca. 120 Arbeitsstunden.

Bei der I. Serie wurde die Gesamtzahl der Halme pro 2,6 m² ausgezählt, so daß für die I. Serie, außer dem auf die Flächeneinheit bezogenen Halmbefall („Flächenbefall") auch noch der Befall pro 100 Halme („Prozentbefall") ermittelt werden konnte.

Es erhebt sich nun zunächst die Frage, ob die Kenntnis des Flächenbefalles genügt oder ob wir zur Beurteilung der Sortenanfälligkeit unbedingt den Prozentbefall bei allen 3 Serien hätten ermitteln müssen. Über diese Frage kann uns die doppelte Zählung der I. Serie einigen Aufschluß geben.

Obwohl der Anbau der 122 Versuchsparzellen an einem Tage (28. IX. 1928) und mit gleichbleibender Maschinenstellung ausgeführt worden war, zeigt die Tabelle 2 dennoch große Schwankungen in der Halmzahl, selbst auch unter den 34 Standardsortenparzellen (von 266—489 pro m²). Diese Ungleichheit ist ein Ergebnis verschiedener, nicht auszuschaltender Faktoren (Bodenunterschiede u. a. m.).

(Siehe Tabelle 2 auf S. 136/137.)

Wenn wir nun bei den Standardparzellen die Schwankungen der Werte des Flächenbefalles (pro m²) vergleichen mit der Halmanzahl pro Quadratmeter so zeigt sich keine innere Beziehung zwischen den einander entsprechenden Werten, da einerseits Parzellen mit niedriger Halmzahl nicht immer niedrige Flächenbefallswerte, andererseits Parzellen mit hoher Halmzahl nicht immer hohe Flächenbefallswerte aufweisen. Die Flächenbefallswerte dürfen also in

unserem Falle gewiß unabhängig von den Halmzahlen betrachtet werden. Weiters ergibt ein Vergleich zwischen den Flächenbefallszahlen mit den Prozentbefallszahlen die überraschende Tatsache, daß die letzteren bei den Standardparzellen sogar in noch größerem Maße schwanken (von 3,0—13,0) als die Flächenbefallszahlen (von 13—42). Es ergibt sich somit aus der Betrachtung der Prozentzahlen, daß diese zur Beurteilung der Sortenanfälligkeit nicht besser geeignet erscheinen als die Flächenbefallszahlen. Mit Rücksicht auf die bedeutende Arbeitsersparnis wurde notgedrungen bei der II. und III. Serie auf Ermittlung der Halmzahl verzichtet. Es ist deshalb im folgenden unter dem Ausdruck „Befallszahl" oder „B-Wert" stets die Flächenbefallszahl gemeint, da nur diese zur weiteren Betrachtung herangezogen wurde.

Um eine eindeutige Bezeichnungsweise zu schaffen, bezeichne ich die Befallszahl der Sorte 1 in der I. Serie mit BI/1 usf., die Befallszahlen der Standardparzellen aber mit BI/St 0—1 usf.

Ich teile nun die durch Zählung gefundenen B-Werte der 90 Sortenparzellen mit: (Siehe Tabelle 3 auf S. 138.)

Vergleichen wir die in den Kolonnen 2, 3 und 4 nebeneinanderstehenden B-Werte einer Sorte, so zeigt sich, daß große Unterschiede vorhanden sind. Da die Schwankungen zunächst rein zufälliger Natur zu sein scheinen, könnte man die Genauigkeit des Mittels M (Kolonne 5) durch den mittleren Fehler m (Kolonne 6) auszudrücken versuchen. Nach der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung[1]) würden dann innerhalb des Intervalls von $M - 2m$ und $M + 2m$ 95,5% aller möglichen Wiederholungsfälle liegen. Nun findet man aber bei den Sorten 3, 10, 20, 28 und 29 negative Werte für den Ausdruck $M - 2m$, also mathematische Werte, welche keine reale Bedeutung haben.

Schon daraus geht hervor, daß die Befallsunterschiede zwischen den 3 Serien nicht oder wenigstens nicht genau der Binomialkurve entsprechen, mithin nicht exakt nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu behandeln sind. Ich bin deshalb von der Anwendung irgendwelcher Rechnungsmethoden zur Veranschaulichung der Befallsunterschiede zwischen den 3 Serien bezw. zwischen den einzelnen Sorten abgegangen und habe — lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit — folgende Klassifizierungsmethode der B-Werte angewendet. Jeder einzelne B-Wert wurde durch 20,8, das Mittel aus den B-Werten sämtlicher Standardparzellen, dividiert und der Quotient abgerundet. Die so erhaltene Zahl gibt dann an, um wieviel der betreffende B-Wert größer als das Befallsmittel der Standardsorte ist; mit anderen Worten: um wieviel die betreffende Parzelle mehr befallen war als die Standardsorte (im Mittel). Die Verhältniswerte sind in den Kolonnen 8, 9 und 10 eingetragen und geben

[1]) Siehe: E. Möller-Arnold und E. Feichtinger, „Der Feldversuch in der Praxis", Wien, Verl. Springer, 1929.

Tabell

Vergleich zwischen Flächenbefall (pro m²)

Parzelle	StI 0—1	1I	2I	3I	StI 3—4	4I	5I	6I	StI 6—7	7I	8I	9I	StI 9—10	10I	11I	12I	StI 12—13	13I	14I
Befallene Halme pro m²	17	24	34	54	16	131	121	186	28	58	40	19	14	15	14	143	14	23	96
Halmanzahl pro m²	269	371	281	315	393	340	295	366	373	312	387	430	449	440	249	479	402	220	248
Befallene Halme pro 100 H.	6,2	6,5	12,0	17,2	4,0	38,6	41,2	50,7	7,5	18,5	10,4	4,4	3,0	3,4	4,7	29,1	3,5	10,5	38,4

bei der Betrachtung raschen Aufschluß über die Größe der Befallsschwankungen.

Wenn die niedrigsten vorkommenden B-Werte als „äußerst schwach", die höheren als „sehr schwach", „schwach" (B = ca. 20,8), „mittel-schwach", „mittel", „mittel-stark", „stark", „sehr stark", „äußerst stark", und „übermäßig stark" bezeichnet werden, erhält man die in Kolonne 12 eingetragenen Benennungen. Es ist dann der Befall — um ein besonders krasses Beispiel hervorzuheben — der 3. Sorte in der Serie III als „schwach", in der Serie II dagegen als „sehr stark" zu bezeichnen; zahlenmäßig beträgt der Befallsunterschied fast 1 : 6!

Angesichts so großer Unterschiede der Befallsstärke zwischen den einzelnen Serien einer Sorte erhebt sich die Frage nach der Verläßlichkeit einer etwa auf Grund des Verhältniswert-Mittels (Kolonne 11) festgelegten Anfälligkeit. Mit anderen Worten: Können wir auf Grund der Befallszahlen unserer Zählungen überhaupt einen Schluß ziehen auf das Verhalten der einzelnen Sorten bei einem anderen Versuch, bezw. bei einem Anbau in der Praxis?

Zweifellos wird zunächst dem Verhältniswert-Mittel einer solchen Sorte, welche in allen 3 Serien gleiche oder ähnliche Verhältniswerte zeigt, eine höhere Verläßlichkeit eingeräumt werden müssen als dem Verhältniswert-Mittel solcher Sorten, deren Verhältniswerte sehr voneinander abweichen. Doch läßt sich gerade bei der Sorte 3 als Beispiel zeigen, daß das Mittel in diesem Falle verläßlicher ist als es zu sein scheint. Um dies klarzustellen, muß ich etwas weiter ausholen.

Wie die Zählungen zeigen, wurden alle 30 Sorten von Chlorops befallen, sind daher als „anfällig" zu bezeichnen. Wenn wir nun im folgenden von Verschiedenheiten der einzelnen Sorten in bezug auf die Anfälligkeitsstärke sprechen, kann dies nur in dem Sinne getan werden, daß die Anfälligkeit einer Sorte mit der Anfälligkeit der Standardsorte verglichen wird. Was wir feststellen wollen, ist also eine „relative Anfälligkeit" und kann niemals absolute Befallswertgrenzen liefern.

ntbefall (pro 100 Halme) bei der I. Serie.

6I	17I	18I	St I 18—19	19I	20I	21I	St I 21—22	22I	23I	24I	St I 24—25	25I	26I	27I	St I 27—28	28I	29I	30I	St 30I—III
7	66	50	21	78	92	19	13	13	35	15	28	70	27	90	17	84	53	47	42
1	218	245	489	379	521	371	440	364	458	432	310	197	340	383	370	347	305	362	325
,0	30,2	20,2	4.5	20,6	17,7	5,2	3,0	3.7	7,7	3,6	9,0	34,9	8,3	23,6	4,6	24,2	17,3	13,1	13,0

Wir sind gezwungen, hier einen neuen Begriff, den das „Zufluges" einzuführen. Wenn nämlich der Zuflug der zur Eiablage schreitenden Fliegen über das ganze Versuchsfeld gleichmäßig erfolgt wäre, würden die 32 Standardparzellen des Versuches, die ja in gleicher Weise und gleichzeitig ausgesäet wurden, nur geringe Befallsunterschiede aufweisen. Der Einfluß der geringen Bodenschwankungen, welcher in dieser Hinsicht noch am meisten in Frage käme, würde keinesfalls hinreichen, um so gewaltige Befallsunterschiede (5,4—76,5!), wie die Standardparzellen in der Tat aufweisen, zu erklären. Mithin sind „zufällige" Einflüsse unbekannter Art (Lage der Parzellen, Luftströmungen zur Zeit der Eiablage, verschiedene Besonnung, individuelle Neigungen der Chloropsfliegen usw.) für die Zuflugsschwankungen verantwortlich zu machen.

Würde der Zuflug über die ganze Versuchsanlage gleichmäßig erfolgt sein und auf den Standardparzellen überall zu einem Befalls-Zählwert von 20,8 geführt haben, wäre die gleiche Zuflugsstärke auch für die zwischen den Standardparzellen liegenden Frageparzellen anzunehmen. Es würden dann die Zählwerte der Frageparzellen ungefähr in dem Maße von 20,8 abweichen, als die Anfälligkeit der einzelnen Sorten von jener der Standardsorte abweicht. In diesem Falle würde mithin der Verhältniswert jeder Parzelle bereits ein Maß für die relative Anfälligkeit abgeben.

In Abb. 1 habe ich nun sämtliche Zählwerte der 122 Parzellen in örtlich wahrheitsgetreuer Darstellung derart versinnbildlicht, daß die Länge der einzelnen Linien dem Zählwert der betreffenden Parzelle entspricht. Die durch Verstärkung hervorgehobenen Linien, welche den Befall der Standardparzellen darstellen, geben ein eindrucksvolles Bild von der örtlichen Verteilung der Zuflugsstärke, welche also einen unregelmäßig wellenartigen Verlauf zeigt.

Es kann sonach kein Zweifel darüber herrschen, daß die für die einzelnen Frageparzellen errechneten Verhältniswerte kein genaues Maß für die Anfälligkeitsstärke der Sorten abgeben. Vielmehr läge es nahe, die Verhältniswerte im Wege einer Ausgleichsrechnung auf eine Zuflugs-

Tabelle 3.

Befallszahlen (B-Werte).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sorte Nr.	Befallszahlen (Zählwerte)				Berechnungen auf Grund der Fehlerwahrscheinlichkeit		Befallszahlen (Verhältniswerte)				Der Befall kann somit bezeichnet werden als:
	bei der Serie			Mittel	m	M ± 2 m	bei der Serie			Mittel	
	I.	II.	III.				I.	II.	III.		
1	24	47	12	28	± 13	+ 2; + 54	1	2	½	1	sehr bis mittelschwach
2	34	62	18	38	± 16	+ 6; + 70	2	3	1	2	schwach bis mittel
3	54	119	22	65	± 37	− 9; + 139	3	6	1	3	schwach bis sehr stark
4	131	111	42	95	± 36	+ 59; + 154	6	5	2	5	mittelschwach bis sehr stark
5	121	134	89	115	± 17	+ 98; + 132	6	6	4	6	mittelstark bis sehr stark
6	186	105	78	123	± 43	+ 37; + 209	9	5	4	6	mittel- bis übermäßig stark
7	58	72	22	51	± 19	+ 13; + 89	3	3	1	2	schwach bis mittel
8	40	48	50	46	± 4	+ 38; + 54	2	2	2	2	mittelschwach
9	19	23	19	20	± 2	+ 16; + 24	1	1	1	1	schwach
10	15	14	2	10	± 6	− 2; + 22	½	½	1/10	½	äußerst bis sehr schwach
11	14	23	13	17	± 4	+ 9; + 25	½	1	½	1	sehr schwach bis schwach
12	143	177	133	151	± 18	+ 115; + 187	7	9	6	7	sehr bis übermäßig stark
13	23	76	78	59	± 24	+ 11; + 107	1	4	4	3	schwach bis mittelstark
14	96	83	95	91	± 6	+ 79; + 103	5	4	5	4	mittelstark bis stark
15	44	40	33	39	± 4	+ 31; + 47	2	2	2	2	mittelschwach
16	67	51	78	65	± 10	+ 45; + 85	3	2	4	3	mittelschwach bis mittelstark
17	66	67	42	58	± 11	+ 36; + 80	3	3	2	3	mittelschwach bis mittel
18	50	62	66	59	± 6	+ 47; + 71	2	3	3	3	mittelschwach bis mittel
19	78	77	27	61	± 23	+ 15; + 107	4	4	1	3	schwach bis mittelstark
20	92	25	21	46	± 31	− 16; + 108	4	1	1	2	schwach bis mittelstark
21	19	22	11	17	± 4	+ 9; + 25	1	1	½	1	sehr schwach bis schwach
22	13	19	6	13	± 4	+ 5; + 21	½	1	½	½	sehr schwach bis schwach
23	35	19	19	24	± 6	+ 12; + 36	2	1	1	1	schwach bis mittelschwach
24	15	22	19	19	± 2	+ 15; + 23	½	1	1	1	sehr schwach bis schwach
25	70	42	70	61	± 13	+ 35; + 87	3	2	3	3	mittelschwach bis mittel
26	27	16	35	26	± 7	+ 12; + 40	1	1	2	1	schwach bis mittelschwach
27	90	57	60	69	± 15	+ 39; + 99	4	3	3	3	mittel bis mittelstark
28	84	35	19	46	± 26	− 6; + 98	4	2	1	2	schwach bis mittelstark
29	53	23	12	29	± 16	− 3; + 61	3	1	½	1	sehr schwach bis mittel
30	47	28	18	31	± 11	+ 9; + 53	2	1	1	1	schwach bis mittelschwach
Standard	13,1—42,3	10,2—76,5	5,4—35,4	20,8			½—2	½—4	½—2	1 (genau!)	sehr schwach bis mittelstark

konstante zu reduzieren. Voraussetzung hierzu wäre die rechnungsmäßige Ermittlung der Zuflugsstärke zwischen je 2 benachbarten Standardparzellen.

Ich habe zu diesem Zwecke umfangreiche Berechnungen nach der Standardmethode und mehreren anderen Ausgleichsmethoden angestellt, bin jedoch trotz einzelner unleugbarer Vorteile derartiger Korrekturen zu folgendem Ergebnis gekommen. Jede dieser Rechnungen gründet

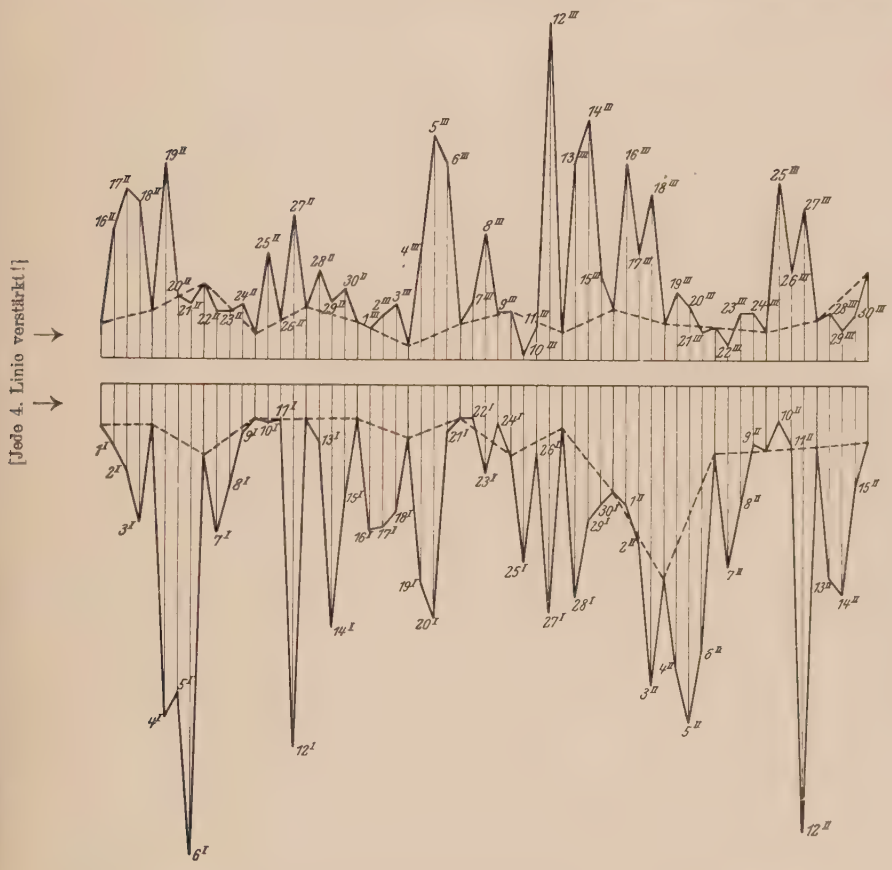


Abb. 1. Graphische Darstellung der B-Werte sämtlicher Parzellen in ortsrichtiger Wiedergabe. (Vergleich des Flächenbefalles.)

sich auf gewisse Voraussetzungen, welche in Wahrheit nur unvollständig erfüllt sind, mithin neue Fehlerquellen in das Zahlenmaterial hineintragen. Wollten wir z. B. nach der Standardmethode vorgehen, würden wir so rechnen, als ob die Zuflugsstärke zwischen 2 benachbarten Standardparzellen geradlinig verlaufen würde (siehe Abb. 1), was sicherlich nicht richtig ist.

Da wir demnach weder aus dem biologischen Verhalten der zur Eiablage schreitenden Halmfliegen noch aus dem Befall der Standardparzellen — die für diesen Zweck viel zahlreicher und näher beieinander sein

müßten — einwandfreie Schlüsse auf den genauen Zuflugsverlauf ziehen können, halte ich es für am richtigsten, von den Zuflugsschwankungen abzusehen und als Maß für die Anfälligkeit das Verhältniswert-Mittel (Kolonne 11 der Tab. 3) jeder Sorte zu wählen. Dieser Vorgang erscheint gerade bei dem vorliegenden Versuch berechtigt, da zufällig dem hohen Zuflugswellen b e r g am Anfang der II. Serie ein Wellen t a l am Anfang der III. Serie entspricht, sich also bei der Mittelbildung die größten Gegensätze einigermaßen aufheben.

Kehren wir z. B. zu unserem besonders auffälligen Beispiel, der Sorte 3, zurück, so läßt sich aus der Abb. 1 unschwer erkennen, daß die Parzelle 3^{II} in einem Gebiet sehr starken, 3^{III} aber in einem Gebiet schwachen Zufluges gelegen ist, während die Umgebung von 3^{I} ungefähr mittleren Zuflug vermuten läßt. Es ist mithin begreiflich, daß der B-Wert von 3^{II} (Verhältniswert: 6 in Kolonne 9 der Tab. 3) sehr hoch, der B-Wert von 3^{III} hingegen niedrig (1!) ist, während der B-Wert von 3^{I} (3!) in der Mitte liegt. Es kann sonach ohne Zweifel die Anfälligkeit der Sorte 3 nicht bei 1 oder gar bei 6, sondern nur in der Nähe von 3 liegen; es kommt mithin dem Verhältniswert-Mittel 3 der Sorte 3 als Ausdruck der relativen Anfälligkeit dieser Sorte in der Tat eine größere Verläßlichkeit zu, als nach den gewaltigen Unterschieden zwischen den B-Werten der Parzellen 3^{II} und 3^{III} zu erwarten war. Da nun andererseits bei der großen Mehrzahl der anderen Sorten die Verhältniswerte der 3 Serien nahe beieinander liegen (siehe Tab. 3), erscheint eine Einteilung der Sorten auf Grund der Verhältniswert-Mittel in Anfälligkeitsgruppen möglich.

Als Bezeichnung der Gruppe wähle ich das betreffende Verhältniswert-Mittel selbst (Kolonne 1), welches also gleichzeitig angibt, um wieviel die in diese Gruppe fallenden Sorten im Mittel m e h r befallen wurden als die Standardsorte. Meines Ermessens gibt die Tabelle 4 eine hinreichend genaue Übersicht über die Anfälligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Sorten.

Tabelle 4.

Einteilung der 30 Sorten auf Grund der Befallsmittelwerte (M) in 8 Anfälligkeitsgruppen.

1	2	3	4
Gruppe	Anfälligkeit	Sorten Nr.	Durchschnittliche Befallszahl
½	sehr schwach	10, 22	10
1	schwach	1, 9, 11, 21, 23, 24, 26, 29, 30	21
2	mittelschwach	2, 7, 8, 15, 20, 28	42
3	mittel	3, 13, 16, 17, 18, 19, 25, 27	62
4	mittelstark	14	83
5	stark	4	104
6	sehr stark	5, 6	125
7	äußerst stark	12	146

Irrtümer infolge der Zuflugsschwankungen oder infolge von sich summierender Arbeitsfehler dürften nur bei einzelnen Sorten Verschiebungen um 1, allerhöchstens 2 Gruppen hervorgerufen haben. Die allerdings einzige Kontrolle in dieser Hinsicht besitzen wir in der Sorte 1, die mit der Standardsorte identisch ist. Wir sehen, daß sie tatsächlich in der Gruppe 1 eingereiht ist, welcher sie nach dem mittleren Befallswert der 32 Standardparzellen zugehören muß.

Aus dem obigen geht zweifellos hervor, daß die Höhe des Chloropsbefalles am obersten Halmglied in der Tat eine Funktion der Sorteneigenart darstellt. Mithin können wir mit Fug und Recht von einer Sortenanfälligkeit sprechen. Es fragt sich nur, welche Eigentümlichkeiten einer Sorte die Anfälligkeit bedingen.

Es ist dem Fachmanne nicht unbekannt, daß spätschossendes Getreide oft mehr Halmbefall aufweist als frühschossendes. Es war deshalb von hohem Interesse, den Versuch eines Vergleiches zwischen den Schoßzeiten und der Sortenanfälligkeit der 30 Sorten zu machen, um zu sehen, ob der Schoßzeit eine allgemeine Bedeutung zukommt. Hierzu stellte mir Ing. Heß die von ihm selbst gemachten Beobachtungen über den Tag des Erscheinens der ersten Ährenspitzen („Spitzzeit"), den Tag der Beendigung des Ausährens bei allen gesunden Halmen einer Parzelle, sowie den Tag des Blütebeginnes zur Verfügung.

In den hier folgenden Ausführungen habe ich nur das erstere Datum, den Tag des Eintrittes der Spitzzeit, in Betracht gezogen. Man kann auch die beiden andern Daten, Ausschoßzeit und Blütebeginn, zum Vergleich mit der Sortenanfälligkeit heranziehen und erhält dann ähnliche Beziehungen wie bei der Spitzzeit. Allein letzteres Datum ist das wertvollste, da es der Zeit der Eiablage durch die Chloropsfliegen am nächsten liegt. Die Eiablage selbst wurde zwar nicht direkt beobachtet, kann aber — wenigstens in der Hauptsache — nur in die Zeit zwischen 10. und 31. Mai gefallen sein, da Ing. Heß nur während dieser Zeit Halmfliegen beobachtete und um den 10. Juni von mir bereits 2—8 mm lange Larven an den Halmen gefunden wurden. Da bei den frühesten Sorten erst am 28. Mai die Spitzzeit eintrat, ist es wahrscheinlich, daß die Chloropsfliegen die Mehrzahl ihrer Eier zu dieser Zeit bereits abgelegt hatten — ein sehr bemerkenswerter Umstand!

Inwieweit entspricht nun die Anfälligkeit der 30 Weizensorten unseres Versuches den Spitzzeiten?

In Tab. 5 habe ich neben den Befallszahlen (Zählwerten) der 90 Sortenparzellen das Datum der Spitzzeit gesetzt. Wir sehen, daß eine und dieselbe Sorte — wohl in Abhängigkeit von den Bodenschwankungen — bei den 3 Serien bis zu 7 Tage Unterschied in dem Datum der Spitzzeiten (Sorte 14) zeigt, daß jedoch andererseits kein klarer Zusammenhang zwischen diesen Unterschieden und den Befallsunterschieden besteht, welche jede Sorte in den 3 Serien zeigt.

Tabelle 5.

Vergleichstabelle der Spitzzeiten und des Befalles (Zählwerte!).

1	2	3	4	5	6	7
Sorte Nr.	I. Serie		II. Serie		III. Serie	
	gespitzt	Befall	gespitzt	Befall	gespitzt	Befall
1	28. V.	24	28. V.	47	28. V.	12
2	31. V.	34	1. VI.	62	31. V.	18
3	31. V.	54	2. VI.	119	28. V.	22
4	1. VI.	131	3. VI.	111	3. VI.	42
5	31. V.	121	3. VI.	134	31. V.	89
6	7. VI.	186	8. VI.	105	6. VI.	78
7	2. VI.	58	2. VI.	72	31. V.	22
8	31. V.	40	31. V.	48	30. V.	50
9	31. V.	19	30. V.	23	30. V.	19
10	28. V.	15	28. V.	14	28. V.	2
11	28. V.	14	28. V.	23	28. V.	13
12	10. VI.	143	7. VI.	177	9. VI.	133
13	30. V.	23	29. V.	76	1. VI.	78
14	9. VI.	96	3. VI.	83	2. VI.	95
15	29. V.	44	28. V.	40	28. V.	33
16	6. VI.	67	6. VI.	51	7. VI.	78
17	3. VI.	66	6. VI.	67	6. VI.	42
18	6. VI.	50	3. VI.	62	6. VI.	66
19	1. VI.	78	31. V.	77	31. V.	27
20	3. VI.	92	31. V.	25	31. V.	21
21	28. V.	19	28. V.	22	28. V.	11
22	28. V.	13	28. V.	19	28. V.	6
23	30. V.	35	30. V.	19	30. V.	19
24	30. V.	15	30. V.	22	30. V.	19
25	5. VI.	70	1. VI.	42	2. VI.	70
26	31. V.	27	31. V.	16	31. V.	35
27	2. VI.	90	31. V.	57	31. V.	60
28	28. V.	84	29. V.	35	29. V.	19
29	29. V.	53	29. V.	23	28. V.	12
30	29. V.	47	29. V.	28	28. V.	18

Daraus geht hervor, daß die Stärke des Befalles auf einer Parzelle nicht etwa lediglich von der Spitzzeit abhängt, sondern daß hier der Einfluß eines von ihr, wenigstens im wesentlichen, unabhängigen Faktors in Erscheinung tritt, als welchen wir die Zuflugsschwankungen erkannt haben.

Wir dürfen mithin auch beim Vergleich des Zusammenhanges zwischen Befall und Spitzzeit bei den 30 Sortenparzellen einer und derselben Serie nicht erwarten, daß der vermutete Zusammenhang ausnahmslos klar zutage tritt. Um hiervon ein anschauliches Bild zu gewinnen, habe ich an einem

Koordinatensystem die Abszisse zur Darstellung der Spitzzeiten, die Ordinate hingegen zur Darstellung der B-Werte (Zählwerte) benützt. Wenn man dies für die einzelnen Serien durchführt, erhält man bei jeder Serie ein etwas verschobenes Bild. Einzelne Sorten fallen jedoch mit ihrem B-Wert stark aus der allgemeinen, von links nach rechts langsam ansteigenden Linie heraus.

In Abb. 2 habe ich nun nach der gleichen Methode die Mittelwerte der Spitzzeiten und der Zählwerte, die man aus den 3 korrespondierenden Werten der I., II. und III. Serie erhält, dargestellt. Man sieht deutlich die Tendenz eines Anwachsens des Befalles bei Verzögerung der Spitzzeit. Die 4 am schwächsten befallenen Sorten (10, 11, 21, 22) spitzten schon am 1. Tag (28. Mai), die am stärksten befallene Sorte 12 erst am letzten Tag (9 Juni). Auch die zwischenliegenden Sorten entsprechen

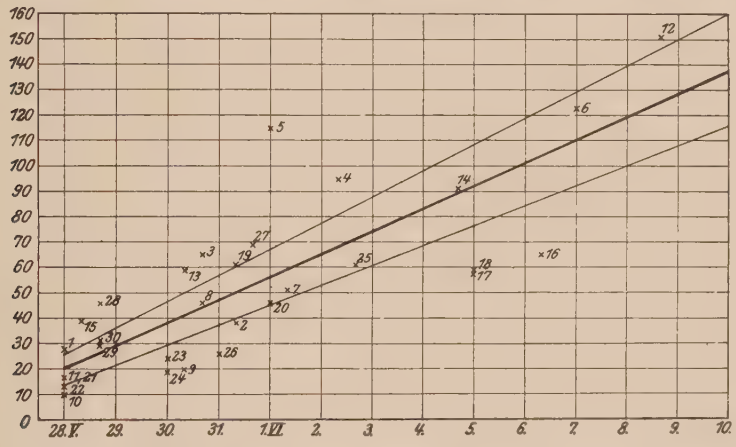


Abb. 2. Vergleich des Befalles mit der Spitzzeit. (Mittelwerte aus den 3 Serien.)

zum Teil gut einer etwa vom Punkt 20 am 28. Mai bis Punkt 138 am 10. Juni aufsteigenden Geraden (in Abb. 2 stark ausgezogen). Verglichen mit graphischen Darstellungen, welche man für die I., II. bezw. III. Serie allein erhält, haben sich einige Abweichungen ausgeglichen oder wesentlich gemildert — vor allem bei den Sorten: 1, 6, 12, 14, 20 und 29 —, während die mehr minder starken Abweichungen bei andern Sorten erhalten blieben.

Im großen und ganzen ergibt sich unleugbar die Tatsache, daß die Befallsstärke von der Spitzzeit abhängt. Diese ist mithin unter allen Sorteneigenschaften[1]) diejenige, welche als Hauptfaktor für die Stärke der Sortenanfälligkeit betrachtet werden kann.

[1]) Es bedarf hier der Erklärung, inwiefern wir ein Recht haben, die Spitzzeit als eine Eigenschaft der Sorte aufzufassen. Denn zweifellos hängt der Entwicklungszustand der Saaten in einem bestimmten Zeitpunkt von verschiedenen Faktoren ab, welche abändern

Es fragt sich nun, was die Ursache der starken Abweichung einzelner Sorten von der allgemeinen Abhängigkeitstendenz in Abb. 2 ist. Ich schicke voraus, daß diese Frage auf Grund des vorliegenden Versuches allein noch nicht endgültig beurteilt werden kann. Ich möchte jedoch wegen der großen Bedeutung, welche eine derartige Fragestellung für die Praxis haben könnte, schon hier das Problem aufrollen und einen Weg zeigen, wie dasselbe mit Erfolg gelöst werden könnte.

Für die Praxis wäre es in Chloropsgegenden von großem Vorteil, eine Auswahl von Weizensorten zu haben, welche die Gewähr eines geringen Chloropsbefalles bieten. Nun könnte auf Grund alter Praktikererfahrungen, die wir hier nachgeprüft haben und im wesentlichen für richtig befinden konnten, dem Landwirt als Richtschnur nur der Rat gegeben werden, tunlichst früh spitzende bezw. frühschossende Sorten anzubauen. Wir sahen aber (Abb. 2), daß unter den am frühesten spitzenden Sorten immerhin noch ziemlich große Unterschiede in der Befallsstärke (ca 1 : 4) beobachtet wurden und daß andererseits auch unter den 2 bis 3 Tage später spitzenden Sorten noch solche mit schwachem Befall (Sorten Nr. 9, 24, 26) vorkamen. Es wäre daher nicht allein von theoretischem, sondern auch von praktischem Wert, wenn man nachweisen könnte, daß außer der Spitzzeit noch bestimmte andere Sorteneigentümlichkeiten einen Einfluß auf die Anfälligkeit ausüben, oder aber, daß die relative Anfälligkeit einer Sorte allein durch die Spitzzeit bestimmt wird, und jene Abweichungen anders erklärt werden können.

Das von mir gefundene Zahlenmaterial scheint für die erstere Möglichkeit zu sprechen. Nun wurde wiederholt die Behauptung aufgestellt, daß Grannenweizensorten weniger anfällig gegen die Halmfliege seien als unbegrannte Kolbenweizen. Andererseits wurde von Ing. Heß die Vermutung ausgesprochen, daß die Fliege besonders solche Sorten vorziehe, die einen dicken Halm und breite Blätter besitzen. Ich habe daher diese 3 Sorteneigenschaften auf ihre event. Beziehung zur Anfälligkeit einer Betrachtung unterzogen.

In Tab. 6, linke Hälfte, habe ich die 30 Sorten nach ihrem Befall in 3 Gruppen gebracht und die mittlere Halmdicke, die mittlere Blattbreite und die Anzahl der begrannten Sorten in jeder Gruppe festgestellt. Es zeigt sich, daß in der Tat sowohl die Halmdicke als auch die Blattbreite mit wachsendem Befall im Mittel ansteigt (Kolonnen 2, 5 und 8; 3, 6 und 9). Ferner sieht man, daß unter den wenig befallenen Sorten (Kolonne 4) sowie unter den 10 in der Mitte stehenden Sorten (Kolonne 7) ca. je die

---

können (Anbauzeit, Düngung, Bodenbeschaffenheit, Temperatur, Niederschläge usf.). Aber auch bei Gleichheit aller dieser Faktoren zeigen die einzelnen Sorten verschiedene Spitzzeit, wie bekannt ist. In diesem Falle hängt dann die Verschiedenheit des Entwicklungszustandes nur von der Eigenart der Sorte ab, so daß in diesem Sinne die Spitzzeit als Eigenschaft der Sorte betrachtet werden kann.

Hälfte begrannt und unbegrannt waren; wogegen unter den stark befallenen Sorten (Kolonne 10) nur eine einzige unter 10 begrannt war. Im Mittel haben sich also in der Tat auch die Grannenweizen, wie vermutet, etwas weniger anfällig gezeigt als die unbegrannten.

Dieses Ergebnis kann den erfahrenen Praktiker keineswegs überraschen. Aber auch theoretisch konnte kein anderes Resultat erwartet werden. Denn wenn wir die Mittel aus den Spitzzeiten der 10 Sorten jeder Gruppe miteinander vergleichen, so zeigt sich, daß wir in der ersten Gruppe nicht allein die 10 schwächstbefallenen, sondern auch die durchschnittlich am frühesten gespitzten vor uns haben — was ja schon aus der Abb. 2 zu erkennen war. Da wir aber die Anfälligkeit als Funktion der Spitzzeit bereits erkannt haben, ist damit noch kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den 3 genannten Eigenschaften und der Anfälligkeit, wohl aber ein solcher zwischen diesen Eigenschaften und der Spitzzeit erwiesen. Mit anderen Worten: es ergibt sich, daß die späten Weizensorten im Mittel größere Halmdicke und Blattbreite aufwiesen und Grannensorten unter ihnen sehr selten waren; wogegen die frühschossenden im Mittel geringere Halmdicke und Blattbreite aufwiesen und Grannensorten unter ihnen ebenso zahlreich wie unbegrannte waren.

Um nun den Einfluß der Spitzzeit auf den Befall bei unserem Problem zu eliminieren, habe ich einen anderen Weg eingeschlagen. Wenn nämlich die zu betrachtenden Eigenschaften tatsächlich unabhängig von der Spitzzeit einen Einfluß auf den Befall ausüben, so muß sich dies bei jenen Sorten zeigen, deren Befall mit der Spitzzeit nicht übereinstimmt. Es lassen sich nach diesem Prinzip wiederum 3 Gruppen von Sorten aufstellen, von denen die erste solche Sorten enthält, deren Befall wesentlich schwächer ist, als man nach der Spitzzeit erwarten sollte, die zweite aber solche Sorten, deren Befallsstärke mit der Spitzzeit beiläufig übereinstimmt, während die dritte Gruppe solche Sorten enthält, welche verhältnismäßig zu starken Befall aufweisen. Ich habe diese 3 Gruppen wiederum so gewählt, daß jede Gruppe 10 Sorten enthält und habe in Abb. 2 durch zarte Schrägstriche die willkürlich gewählten Grenzen für die Einteilung in 3 Gruppen angedeutet.

Wenn wir bei den neuen 3 Gruppen (Kolonne 11—13, 14—16 und 17—19 der Tab. 6) wiederum die Mittel aus den Spitzzeiten bestimmen, erhalten wir dreimal fast genau den gleichen Wert. Mithin haben wir durch die neue Einteilung den Einfluß der Spitzzeit völlig ausgeschaltet. Das Ergebnis ist bemerkenswert. Der Grannenbesitz ist über die 3 Gruppen ganz unregelmäßig verteilt, erscheint also keiner Beziehung unterworfen. Was andererseits die Unterschiede der 3 Gruppen in bezug auf mittlere Halmdicke und Blattbreite betrifft, so sind diese Unterschiede viel zu gering, als daß sie im Sinne einer mit dem Befall übereinstimmenden Beziehung gedeutet werden könnten.

Tabelle 6.

Vergleich verschiedenartiger Gruppenbildung zwischen den 30 Sorten besitz und Befall be-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sorte Nr.	Gruppenbildung nach Befallswerten								
	Befallsmittel unter 30			Befallsmittel zwischen 30 und 60			Befallsmittel über 60		
	Halm-dicke	Blatt-breite	be-grannt	Halm-dicke	Blatt-breite	be-grannt	Halm-dicke	Blatt-breite	be-grannt
1	2,55	1,6	+	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	2,55	1,5	+	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	2,57	1,2	—
4	—	—	—	—	—	—	3,06	1,9	+
5	—	—	—	—	—	—	3,09	1,6	—
6	—	—	—	—	—	—	3,27	2,2	—
7	—	—	—	2,82	2,0	+	—	—	—
8	—	—	—	2,51	1,5	+	—	—	—
9	2,89	1,7	+	—	—	—	—	—	—
10	2,16	1,3	—	—	—	—	—	—	—
11	2,53	1,2	+	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	2,54	1,0	—
13	—	—	—	3,18	1,8	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	3,35	1,6	—
15	—	—	—	2,72	1,6	+	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	3,29	1,8	—
17	—	—	—	3,37	1,7	—	—	—	—
18	—	—	—	3,12	1,4	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	2,50	1,6	—
20	—	—	—	2,01	1,0	—	—	—	—
21	2,81	1,2	+	—	—	—	—	—	—
22	2,68	1,3	+	—	—	—	—	—	—
23	2,05	0,9	—	—	—	—	—	—	—
24	2,33	1,1	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	2,43	1,7	—
26	2,12	1,8	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	2,16	1,8	—
28	—	—	—	2,52	1,4	—	—	—	—
29	2,35	?	+	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	2,64	?	+	—	—	—
Halmdicke (M.) .	2,45	—	—	2,74	—	—	2,83	—	—
Blattbreite (M.) .	—	1,4	—	—	1,5	—	—	1,6	—
Begrannt . . .	—	—	6	—	—	5	—	—	1
Unbegrannt . .	—	—	4	—	—	5	—	—	9
Durchschnittl. Spitzzeit . .	29. V.			31. V.—1. VI.			3.—4. VI.		

Tabelle 7.

Resultattabelle.

1	2	3	4	5
Sorte Nr.	Name der Sorte Züchtung	Anfälligkeit gefunden	Anfälligkeit erwartet[1])	Kornertrag kg/ha
1	Original Dioszeger Nr. 200 Cukrov. a lih. a spol. Dioseg. (Ungarn)	ca. 1	ca. 1	ca. 2900
2	Begrannter Winterweizen Selekta Selecta, akc. spol. Pysely (Böhmen)	2	2—3	1800
3	Selecta Winterweizen Bastard Selecta, akc. spol. Pysely	3	2	2500
4	Roter Winterweizen Detenice Reditelstvi velkost. Detenice u.	5 ?	3	2600
5	Winterweizen Bauer Morav. zem. slecht. ustav Prerov. (Mähr. L. Zucht St.)	6	3	2200
6	Leutevicer Bilkova necicka Bilek, Netcice, Zdounky	6 ?	5–6	2300
7	Weißer Moravia Kelc. cukrovar, Zdanice (Züchtg. v. Cermak)	2	3	2700
8	Non plus ultra I Vrch. hospodar. sprava Branisovc. (Züchtg. v. Cermak)	2	2	2300
9	Zidlochovicka Grannenweizen Velkostatek Zidlochovice	1	2	2500
10	Südmährischer Kolbenweizen Vrch. hospodar. sprava Branisovc.	½	1	2500
11	Feldsberger Grannenwinterweizen Lichten. slecht. st. Lednice (Nordgrenze v. N. Österr.)	1	1	2100
12	Großgrünauer Winterweizen Jos. Hoffmann, Großgrünau 26	7	6	2000
13	Visnovska R b. Red. velkostat. Visnova	3 ?	2	2500
14	Vyskovska II Cukrovar Vyskov	4	4	1800
15	Scekacs 17 Fil. akc. spol. Slovensky Meder (einheim. Züchtg.)	2	1	3000
16	Novodvorska belka Spol. morav. cukrovaru Olomouc	3	5	2300
17	Ruska genealog. belka Cukrovar Zborovice	3	4—5	2500
18	Dreger Winterweizen B. I/22 Sdruz. pestitele Chlumec nad C.	3	4—5	2300
19	Dreger Winterweizen J. D. Sdruz. pestitele Chlumec nad C.	3 ?	2—3	2200
20	Kaschitzer Winterweizen Rud. Stanka Kaschitz, Podersam	2 ?	3	2700
21	Lontover Sg. 25 Wertheimer a Nagel, Lontov	1	1	3200

[1]) In dieser Kolonne ist angegeben, welche Anfälligkeit auf Grund der Spitzzeiten zu erwarten war.

Noch Tabelle 7.

1	2	3	4	5
Sorte Nr.	Name der Sorte Züchtung	Anfälligkeit gefunden	Anfälligkeit erwartet	Kornertrag kg/ha
22	Lontover Winterweizen F. B. 13 . . . . . Wertheimer a Nagel, Lontov	½	1	2400
23	Kaschitzer Winterweizen St. 204 . . . . . Rud. Stanka, Kaschitz, Podersam	1	2	2600
24	Kaschitzer Winterweizen St. 202 . . . . . Rud. Stanka, Kaschitz, Podersam	1	2	2600
25	Krafts Sielander . . . . . Skolni zavod Decin-Liebwerde (Nordböhmen)	3	3—4	1800
26	Dobrovitzer Wechselweizen P. 2 . . . . . Semenarska Stanice Semcice-Dob.	1	2	2100
27	Dobrovitzer Winter- und Wechselweizen rot B. II/19 Semenarska Stanice Semcice-Dob.	3	2—3	2400
28	Dobrovitzer G. 11 . . . . . Semenarska Stanice Semcice-Dob.	2 ?	1—2	2100
29	Scekacs 19/261 . . . . . Fil. akc. spol. Slovensky Meder (einheim. Züchtg.)	1	1—2	2900
30	Scekacs 19/61 . . . . . Fil. akc. spol. Slovensky Meder (einheim. Züchtg.)	1—2	1—2	2400

In der letzten Tabelle 7 gebe ich nun eine namentliche Zusammenstellung der 30 Sorten mit Angabe ihrer Zuchtstation. In der Kolonne 3 führe ich die tatsächlich gefundene relative Anfälligkeit, bezogen auf Sorte 1, in Kolonne 4 noch die nach der Spitzzeit zu erwartende Anfälligkeit der Sorten an. Endlich habe ich in Kolonne 5 noch die Ernteertragszahlen an Korngewicht beigesetzt, wie mir dieselben von Ing. Heß mitgeteilt wurden. Man findet, daß die stark befallenen Sorten meist auch einen geringeren Ernteertrag ergaben.

Ich fasse nun die Hauptergebnisse des vorliegenden Versuches in folgende 10 Punkte zusammen.

1. Ein nach der Standardmethode in 3facher Wiederholung ausgeführter Anbauversuch mit 30 Winterweizensorten ergab auf sämtlichen 122 Parzellen einen Befall durch die Chlorops-Maifliegen.

2. Die Befallunterschiede zwischen den einzelnen Parzellen waren schon in geringeren Entfernungen sehr bedeutend; sie sind einerseits auf Schwankungen in der Zuflugsstärke, andererseits auf Unterschiede in der Anfälligkeit der Sorten zurückzuführen.

3. Der örtliche Verlauf der Zuflugsschwankungen ließ sich nur stellenweise erkennen, nämlich dort, wo große Wellenberge bezw. -täler auftraten; im übrigen zeigten die Zuflugsschwankungen so bedeutende Unregelmäßigkeiten, daß von einer rechnerischen Reduktion der Befallsstärke auf ein willkürlich zu wählendes Zuflugsniveau verzichtet wurde.

4. Die schwächste Zufälligkeit — ca. $^1/_2$ der Standardsorte — zeigten die Sorten 10 („Südmährischer Kolbenweizen"!) und 22 („Lontover W. W. F. B. 13"). Zu den 9 schwach anfälligen Sorten zählte auch die Standardsorte („Original Dioszeger Nr. 200"). Am stärksten anfällig — ca. 7 fach gegenüber der Standardsorte — war Sorte 12 („Großgrünauer W. W.").

5. Zwischen der Spitzzeit (Beginn des Schossens) und der Anfälligkeit einer Sorte konnte weitgehende Übereinstimmung nachgewiesen werden; je später das Ausspitzen, desto größer die Sortenanfälligkeit!

6. Von dieser Regel zeigten jedoch einzelne Sorten Abweichungen, deren Ursache nicht erkannt werden konnte. Die verhältnismäßig nicht sehr bedeutende Größe und die Unregelmäßigkeit dieser Abweichungen läßt es möglich erscheinen, daß hier Versuchsfehler infolge unbekannter Zuflugsstärke u. a. eine Hauptrolle spielten, mithin die Abweichungen — wenigstens zum Teil — nur scheinbar waren.

7. Von den 12 Grannenweizensorten des Versuches gehörten 11 zu den früh-, nur Sorte 4 (Winterweizen Detenice) zu den mittelspitzenden Sorten; demgemäß waren 11 begrannte Sorten sehr schwach bis mittelschwach anfällig; nur Sorte 4 stark. Andererseits gehörten die 18 unbegrannten Sorten des Versuches teils zu den früh- bis mittelspitzenden, teils zu den spätspitzenden; demgemäß waren unbegrannt: die 3 sehr stark anfälligen Sorten, die meisten unter den in die mittleren Anfälligkeitsgruppen gehörenden Sorten, jedoch nur einzelne unter den schwach bis sehr schwach anfälligen (Sorte 10: „Südmährischer Kolbenweizen").

8. Eine von der Spitzzeit unabhängige Beziehung zwischen Grannenbesitz und Anfälligkeit einer Sorte besteht nicht.

9. Die stärker anfälligen Sorten hatten im Durchschnitt (!) etwas dickere Halme und breitere Blätter als die schwächer anfälligen. Diese Beziehung ist darauf zurückzuführen, daß die Halmdicke bezw. Blattbreite der spät spitzenden Sorten im Durchschnitt etwas größer war als jene der frühspitzenden; eine von der Spitzzeit unabhängige Beziehung zwischen Halmdicke und Anfälligkeit der Sorten war nicht nachweisbar.

10. Ob andere, unbekannte Sorteneigentümlichkeiten neben der Spitzzeit einen Einfluß auf die Sortenanfälligkeit ausüben, muß späteren Versuchen überlassen bleiben. Meines Erachtens erscheint aber bereits auf Grund des vorliegenden Zahlenmaterials der Schluß berechtigt, daß die Spitzzeit die Hauptrolle spielt.

In den vorstehenden Ausführungen habe ich auf Grund von Befallszählungen an den Endstücken von 122 schmalen Langparzellen versucht, die relative Anfälligkeit der 30 Fragesorten von Winterweizen zu ermitteln. Ich hielt mich hierzu um so mehr berechtigt, als von jeder Sorte 3 Parzellen vorhanden waren und je $3 \times 2{,}6\ m^2 = 7{,}8\ m^2$ genau durchgezählt werden konnten. Zweifellos hätte man mit verbesserter Versuchsanordnung (mehr Wiederholungen, mehr Standardparzellen, wechselnde Reihenfolge

der Sortenparzellen usw.) und durch mehr Zählarbeit (z. B. Bestimmung des Prozentbefalles bei allen 3 Serien, Entnahme der Zählproben nicht bloß von den Endstücken, sondern auch aus Mittelpartien der Parzellen) genauere Resultate erhalten können.

Es ist jedoch zu bedenken, daß die Unregelmäßigkeit des Zufluges und andere Fehlerquellen eines Chlorops-Feldversuches es nicht gestatten, die Fehlergröße unter ein bestimmtes Maß herabzudrücken, weshalb es unrentabel sein würde, die Genauigkeit auf die Spitze zu treiben. Andererseits freilich ergibt sich aus diesem Sachverhalt die Zweckmäßigkeit von Wiederholungen, sei es einzelner Versuche, sei es des ganzen Versuches. Dies als Kritik der Versuchstechnik!

Ich möchte hier noch die Anwendbarkeit der Ergebnisse vorliegender Arbeit auf die Praxis einer kritischen Betrachtung unterziehen.

Wie schon im Begriff „Anfälligkeit" enthalten, handelt es sich um Prognosen des für eine Sorte zu erwartenden Befalles. Ich habe es bereits im obigen mit Rücksicht auf die Unkontrollierbarkeit der Zuflugsstärke abgelehnt, die „absolute Anfälligkeit" festzustellen, wobei ich gleichzeitig auf die Wichtigkeit der „relativen Anfälligkeit" hinwies. Absolute Zahlenwerte lassen sich auch aus anderen Gründen keinesfalls erhalten, auch dann nicht, wenn man die Zählungen nicht an den Endstücken der Parzellen — die gewiß mehr befallen waren als die inneren Teile — sondern an verschiedenen Mittelstücken vorgenommen hätte. Es ist ja klar, daß eine Kleinparzelle, die von Parzellen anderer Sorten umgeben ist, eine andere Anziehungskraft auf die zur Eiablage schreitenden Halmfliegen ausüben kann, als eine mit der gleichen Sorte angebaute große Fläche. Denn auf einem ausgedehnten, mit nur einer Sorte bestandenem Getreidefeld haben die Chloropsfliegen keine Gelegenheit zur Auswahl. Es ist im allgemeinen wohl anzunehmen, daß eine Sorte, die beim Parzellenversuch stark befallen war, auch beim Großanbau verhältnismäßig stark befallen werden wird; es ist jedoch umgekehrt aus einem geringen Befall beim Parzellenversuch nicht immer mit Sicherheit auf einen ebenfalls geringen Befall beim Großanbau zu schließen. Denn es bestünde auch die Möglichkeit, daß die Fliegen bei Gegenwart von zusagenderen Sorten wohl diese vorzögen, im Falle des Fehlens von solchen Sorten aber notgedrungen ihre Eier doch an die wenig anfällige Sorte absetzen würden.

Vor der allgemeinen Einführung einer beim Sortenversuch wenig anfälligen Sorte wäre es mithin empfehlenswert, die Anfälligkeit dieser Sorte noch durch Großversuche zu überprüfen.

Die vorliegende Arbeit gründet sich auf einjährige Anbauversuche in der Slowakei. Es kann wohl angenommen werden, daß die relative Sortenanfälligkeit bei Versuchen in Jahren mit anderem Witterungscharakter sich am selben Versuchsorte zwar ein wenig, jedoch kaum wesentlich verschieben würde. Für Gegenden mit anderen Bodenverhältnissen und anderem Klima (z. B. Norddeutschland) hingegen können die-

selben Sorten sich ganz anders verhalten. Und zwar ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu vermuten, daß die Änderung der Anfälligkeit mit der jeweiligen Änderung der Spitzzeit Hand in Hand gehen wird.

Wenn ich zum Schlusse die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit für den Praktiker zusammenfasse, ist zu sagen:

Die Anfälligkeit für den Maibefall durch Chlorops bei einer Weizensorte ist im allgemeinen — gleichgültig, ob sie begrannt oder unbegrannt ist! — nach ihrer Spitzzeit, d. h. nach dem Beginne des Schossens zu bewerten; gehört eine Sorte zu den frühspitzenden, so ist verhältnismäßig geringer Befall, gehört sie dagegen zu den spätspitzenden Sorten, so ist verhältnismäßig starker Befall zu erwarten.

In Chloropsgegenden muß daher vor der Einführung von hochgezüchteten, aber gegenüber den Landsorten in der Entwicklung zurückbleibenden Weizensorten gewarnt werden, solange es nicht gelingt, diese Sorten durch besondere Kulturmaßnahmen (tunlichst frühe Anbauzeit, Anwendung von Kunstdünger usw.) zu einem frühzeitigen Spitzen zu veranlassen und hierdurch die Anfälligkeit zu verringern.

Aus der Literatur.

Chrzanowski, A.[1]), *Chlorops taeniopus* Meig., a czas siewu pszenicy i odpornosc odmian ozimych i jarych (*Chl. taen.*, die Zeit der Weizenaussaat und die Widerstandsfähigkeit von Winterungen und Sommerungen.) Choroby i szkodniki Roslin, Warschau 1926.

Dickel, O., Die Getreidefliegen II. 2. Die scheckige Halmfliege, Grünauge, *Chlorops taeniopus* Meig. 6. Flugblatt der Anst. f. Pflanzensch. in Hohenheim.

Fulmek, L., Die Weizenhalmfliege. Wiener landw. Ztg. 1910, Flugschrift der k. k. landw.-bakter. und Pflanzenschutzst. in Wien.

Kopp, A., Das Leben der Weizenhalmfliege, *Chlorops taeniopus* Meig. Fortschritte der Landw. Wien 1926.

Loksha, Dr., Die Getreidehalmfliege und ihre Schäden am Getreide. Deutsche Sekt. des mähr. Landeskulturrates in Brünn.

Miszynski jun., *Chlorops taeniopus* Meig. auf Aegilops-Arten. Zeitschr. f. Pflanzenkr. u. G. Stuttgart 1924.

Nowicki, M., Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Zool. bot. Gesellsch. in Wien 1871.

Ruszkowski, J. W.[1]), Z obserwacyi nad Niezmiarka paskowana *(Chlorops* Meig.) oraz jej pasorzytami. (Beobachtungen über die Halmfliege und ihre Parasiten.) Rocz. Nauk rol. les. Posen 1927.

Störmer, K., und Kleine, R., Die Getreidefliegen mit besonderer Berücksichtigung ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und der Abhängigkeit ihres Auftretens von Witterungsverhältnissen. Fühlings landw. Ztg. Stuttgart 1911.

---

[1]) Diese beiden polnischen Arbeiten waren mir nur im Referatauszug der „The Review of applied Entomology" zugänglich.

Stranak, F., Katastrofalni pohromy na psenici v Cechach a na Morave, zpusobene zelenuskou Zlutopasnou *(Chlorops taeniopus* Meig.) Zemedelska rada pro kral. Ceske v. Praze. Cervenec 1910.

Wahl, B., Über einen eigenartigen Befall der Gerste durch die Halmfliege. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. Wien 1907.

Watzl, O., Die Weizenhalmfliege. Mitt. Nr. 171 d. Bundesanst. f. Pflanzensch. in Wien. 1926.

Wolf, M., Die Getreidefliegen. Flugbl. Nr. 5 d. Abt. f. Pflanzenkrankh. d. Kaiser Wilh. Inst. f. Landw. in Bromberg. 1909.

Beobachtungen über die Fluggewohnheiten der Fritfliege und einiger Getreidethysanopteren.

Von

Dr. A. Körting.

(Hauptstelle für Pflanzenschutz Königsberg i. Pr.)

(Mit 1 Abbildung.)

Bei einer Untersuchung über die Biologie der Getreidefliegen bot sich Gelegenheit zu einigen Beobachtungen über die Flughöhe der Fritfliege (*Oscinis frit* L.), sowie über die Beziehungen der Windrichtung zum Anflugort an willkürlich aufgerichteten Hindernissen. Vergleichshalber berücksichtigte ich dabei auch die an Getreide lebenden Thysanopteren *Limothrips cerealium* Hal. und *Haplothrips aculeatus* F. Die Untersuchungen wurden im Jahre 1929 auf dem Versuchsfelde der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Juditten bei Königsberg i. Pr. durchgeführt. Die dabei angefallenen Ergebnisse seien in Kürze mitgeteilt.

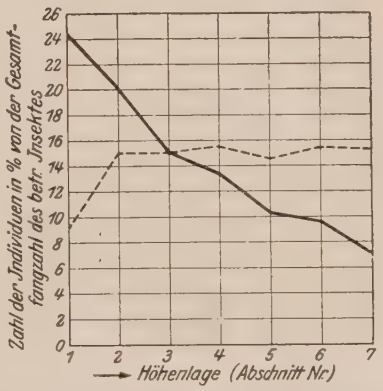
Zur Registrierung der Flughöhe diente eine 5,50 m lange Holzlatte von quadratischem Querschnitt (Seitenlänge 6 cm), welche senkrecht auf einer ebenen, unbestellten Parzelle aufgerichtet und mit Hilfe im Erdboden verankerter, an ihrem oberen Ende befestigter Drähte gehalten wurde. Der Standort war von Gebäuden und Bäumen ca. 80 m entfernt. Die Latte war mit Pergamentpapier derart bespannt, daß die Ränder des Papiers auf einer Fläche zusammentrafen. Durch eine hier angebrachte Holzleiste wurde das Papier festgehalten. Letzteres wurde mit Raupenleim bestrichen. Um zu verhindern, daß die Insekten an der Deckleiste emporkriechen und dann auf das Pergamentpapier hinüberwechseln konnten, erhielt erstere gleichfalls einen Leimanstrich. Bei der Auswertung konnte diese Fläche jedoch nicht mit berücksichtigt werden. — Für die Untersuchung wurde der 5,25 m lange und 18 cm breite Papierstreifen mehrfach quergeteilt und zwar so, daß 7 Abschnitte von gleicher Länge (75 cm) entstanden. Die Zahl der den einzelnen Abschnitten anhaftenden Insekten wurde gesondert registriert. Der Übersichtlichkeit halber sind die Abschnitte im folgenden numeriert.

Tabelle 1.

Flug der Fritfliegen und Thysanopteren in verschiedener Höhe über dem Erdboden (pro Abschnitt 1350 cm² Flächenraum).

Abschnitt Nr	Höhe über dem Erdboden	Fritfliegen in Stückzahl			Thysanopteren in Stückzahl		
		Versuch Nr.			Versuch Nr.		
		1	2	3	1	2	3
1	0,17—0,92 m	200	139	58	115	533	13
2	0,92—1,67 „	149	115	55	200	885	15
3	1,67—2,42 „	122	86	37	210	884	22
4	2,42—3,17 „	94	77	34	245	911	21
5	3,17—3,92 „	58	59	29	250	848	24
6	3,92—4,67 „	63	55	18	280	901	24
7	4,67—5,42 „	55	40	19	270	892	21
	Insgesamt	741	571	250	1570	5854	140
	Zahl der durchschnittlich täglich angeflogenen Stücke	13,2	21,1	16,7	28,0	216,8	9,3

Am 19. Juni 1929 wurde die Latte erstmalig aufgestellt: das Pergamentpapier wurde am 13. August wieder entfernt (1. Versuch). Der 2. Versuch lief vom 29. August bis zum 24. September und der 3. vom 30. September bis zum 14. Oktober. Die Zahlen der dabei in den verschiedenen Höhenlagen gefangenen Fritfliegen und Thysanopteren sind in Tab. 1 niedergelegt. Darin sind die Thysanopteren auf *Limothrips cerealium* und auf *Haplothrips aculeatus* zu beziehen. Ihr Mengenverhältnis war, wie die nähere Untersuchung ergab, in allen drei Versuchen und in jeder Höhenlage annähernd das gleiche, und zwar bestritt die erstgenannte Art ca. 70% und *H. aculeatus* ca. 30% der erbeuteten Blasenfüße.



Flug der Fritfliegen (—) und Thysanopteren (- - -) in verschiedener Höhe. (Graphische Darstellung der in Tab. 1 unter Versuch 2 mitgeteilten Daten.)

Zur Erleichterung der vergleichenden Betrachtung der Fangergebnisse wurde die Zahl der den einzelnen Abschnitten anhaftenden Fritfliegen bezw. Thysanopteren in Prozenten von der Gesamtfangzahl des betreffenden Insektes in dem jeweils vorliegenden Versuch ausgedrückt. Als Beispiel ist die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Abschnitte für den 2. Versuch graphisch dargestellt. Die anderen beiden Versuche ergaben den vorliegenden ähnliche Kurvenbilder. Bei Betrachtung der Tabelle und der graphischen Darstellung ergibt sich folgendes Bild: Die größte

Menge der Fritfliegen wurde stets auf dem Abschnitt 1 erbeutet. Ihre Zahl nahm mit wachsender Höhe — von geringfügigen Abweichungen abgesehen — ständig ab. So wurden von den 571 im 2. Versuch gefangenen Fritfliegen 24,3% auf dem Abschnitt 1 und nur 7,0% auf dem Abschnitt 7 gezählt. — Anders verhielten sich die Thysanopteren. Diese waren im Gegensatz zu den Fritfliegen auf dem Abschnitt 1 stets in geringerer Dichte als auf den übrigen Abschnitten vertreten. Auf dem nächsthöheren — oder wie im 3. Versuch auf dem 3. — Höhenabschnitt waren sie in wesentlich stärkerer Zahl vorhanden, wurden jedoch von da ab im 2. und 3. Versuch auch in größerer Höhe in annähernd gleicher Dichte angetroffen, während im 1. Versuch mit fortschreitender Höhe sogar ein langsames Anwachsen der Fangzahlen beobachtet wurde. Die Fritfliegen hielten sich also in der Hauptsache verhältnismäßig dicht über dem Erdboden auf, während die Thysanopteren offenbar einen Flug oberhalb von ca. 1 m Höhe bevorzugten. Diese Tendenz kam auch bei der Wahl eines kleineren Höhenmaßstabes zum Ausdruck. So halbierte ich einen der Abschnitte 1 (2. Versuch) und registrierte die dem unteren und dem höher gelegenen Teile anhaftenden Tiere gesondert: Von den insgesamt auf diesem Abschnitt gezählten 139 Fritfliegen saßen 66,3% auf dem unteren Teile und nur 33,7% auf dem oberen. Die entsprechenden Zahlen für die Thysanopteren lauten dagegen 38,3% und 61,7%. —

Ein Vergleich der Fangzahlen der einzelnen Versuche ist nicht ohne weiteres möglich, da letztere sich über verschieden lange Zeiträume erstreckten. Zur Erlangung einer Vergleichsmöglichkeit wurde daher jeweils die Zahl der durchschnittlich an einem Tage angeflogenen Insekten errechnet. Diese Durchschnittszahlen sind in Tab. 1 mit aufgenommen. Sie besagen, daß die Flugtätigkeit sowohl der Fritfliegen als auch der Thysanopteren in den fraglichen Zeiträumen recht verschieden stark war. So fingen sich im Durchschnitt täglich im 1. Versuch 13,2, im 2. Versuch 21,1 und im 3. Versuch 16,7 Fritfliegen. Diese Unterschiede dürften einerseits massenwechselmäßig und andererseits durch unterschiedliche Witterungsverhältnisse bedingt sein. Dabei fragt es sich, ob sich die Insekten gelegentlich einzelner starker Massenflüge fingen, oder ob während der Dauer der Versuche ständig eine mehr oder weniger starke Flugtätigkeit herrschte. Um diese Frage entscheiden zu können, liefen dem 2. und 3. Versuch tägliche Beobachtungen über die Stärke des Fluges parallel. Zu ihrer Ermittlung dienten wie bei früheren derartigen Untersuchungen[1]) 2 Holztafeln von je etwa 1 qm Größe, die auf Pfählen frei

[1]) Körting, Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopathogenen Bedeutung einiger an Getreide lebender Thysanopteren, in Zeitschr. angew. Entom. 1930, Bd. XVI, H. 3, S. 451–512.

Tabelle 2.

Tägliche Stärke des Fritfliegen- und Thysanopterenfluges während des 2. und 3. Versuches.

	Datum	Fritfliegen in Stückzahl	Thysanopteren in Stückzahl
2. Versuch	28. 8.—29. 8.	43	156
	29. 8.—30. 8.	28	110
	30. 8.—31. 8.	82	77
	2. 9.— 3. 9.	16	136
	3. 9.— 4. 9.	20	37
	4. 9.— 5. 9.	17	105
	5. 9.— 6. 9.	101	93
	6. 9.— 7. 9.	38	24
	11. 9.—12. 9.	66	26
	12. 9.—13. 9.	280	168
	13. 9.—14. 9.	38	42
	18. 9.—19. 9.	42	23
	23. 9.—24. 9.	68	9
3. Versuch	30. 9.— 1. 10.	31	31
	1. 10.— 2. 10.	13	8
	2. 10.— 3. 10.	0	1
	3. 10.— 4. 10.	23	0
	4. 10.— 5. 10.	21	13
	7. 10.— 8. 10.	31	7
	8. 10.— 9. 10.	26	5
	9. 10.—10. 10.	10	5
	10. 10.—11. 10.	1	0

an einem Wegrande einige Meter voneinander und ca. 50 m von der oben beschriebenen Fangapparatur entfernt aufgestellt waren. Der Abstand der unteren Tafelkanten vom Erdboden betrug 1 m. Die vier Tafelflächen waren nach Norden, Süden, Westen und Osten gerichtet. Jede Fläche wurde mit Pergamentpapier (70 × 80 cm) bespannt und dieses mit Raupenleim bestrichen. Das Papier wurde des öfteren erneuert. Die anhaftenden Kerfe wurden am zeitigen Vormittag abgelesen. Die Anzahl der jeweils in 24 Stunden an sämtlichen Tafelflächen gefangenen Fritfliegen und Blasenfüße ist in Tab. 2 wiedergegeben. Diese besagt folgendes: Soweit Beobachtungsdaten vorliegen, waren in den fraglichen Zeiträumen nahezu täglich Flüge zu verzeichnen. Das gilt sowohl für die Fritfliegen als auch für die Thysanopteren. Die Stärke der Flüge nahm gegen den Herbst hin ab. Im einzelnen zeigt sie zum Teil recht erhebliche tägliche Schwankungen. — Man sieht, daß während des 2. Versuches im allgemeinen wesentlich stärkere Flüge als während des 3. beobachtet wurden. Die größte Zahl der innerhalb 24 Stunden an sämtlichen Tafelflächen gefangenen Fritfliegen betrug während des 2. Versuches 280 und

Tabelle 3.

Windrichtung und Anflugort (Fritfliege).

Datum	Mittlere Windrichtung und Windgeschwindigkeit in Metern	Fangergebnis (in % vom Gesamtfang) an der			
		Nordtafel	Südtafel	Osttafel	Westtafel
29. 8.	SW 2,5	42	**16**	30	**12**
30. 8.	WNW 3,5	**32**	18	25	**25**
31. 8.	WSW 2,6	25	**19**	48	**8**
3. 9.	WNW 3,2	**6**	50	25	**19**
4. 9.	WNW 3,8	**10**	15	60	**15**
5. 9.	WNW 2,4	**29**	0	24	**47**
6. 9.	SSW 2,2	36	**10**	40	**14**
7. 9.	WNW 5,4	**13**	8	43	**36**
12. 9.	NNW 2,1	**17**	9	59	**15**
13. 9.	NO 1,5	**37**	29	**22**	12
14. 9.	SO 2,7	76	**10**	**6**	8

Tabelle 4.

Windrichtung und Anflugort (Thysanopteren).

Datum	Mittlere Windrichtung und Windgeschwindigkeit in Metern	Fangergebnis (in % vom Gesamtfang) an der			
		Nordtafel	Südtafel	Osttafel	Westtafel
29. 8.	SW 2,5	24	**25**	24	**27**
30. 8.	WNW 3,5	**33**	20	14	**33**
31. 8.	WSW 2,6	33	**10**	12	**45**
3. 9.	WNW 3,2	**28**	9	23	**40**
4. 9.	WNW 3,8	**43**	8	11	**38**
5. 9.	WNW 2,4	**41**	4	35	**20**
6. 9.	SSW 2,2	43	**12**	31	**14**
7. 9.	WNW 5,4	**50**	21	8	**21**
12. 9.	NNW 2,1	**28**	32	8	**32**
13. 9.	NO 1,5	**24**	25	**28**	23
14. 9.	SO 2,7	24	**26**	**31**	19

während des 3. Versuches nur 31. Die Maximalfangzahlen der Thysanopteren in den entsprechenden Zeiträumen lauten 168 bezw. 31. — Die Tatsache, daß bei ständig reger bezw. starker Flugtätigkeit (Versuch 2) die vertikale Anordnung der fliegenden Kerfe die gleiche war wie bei durchweg wesentlich schwächeren Flügen (Versuch 3) deutet mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß die vertikale Gruppierung

der von mir untersuchten Insekten zum mindesten bis zu 5,42 m Höhe unabhängig ist von der jeweiligen Stärke des Fluges. —

Die zur Ermittlung der täglichen Flugstärke an den vier Tafelflächen gefangenen Tiere wurden gesondert registriert; ihre prozentuale Verteilung auf die einzelnen Flächen für einen kleineren Zeitabschnitt ist in den Tab. 3 und 4 niedergelegt. Hervorgehoben sind darin jeweils die Fangergebnisse derjeniger Tafelflächen, die an dem betreffenden Tage dem Winde ausgesetzt waren. Die Daten über die tägliche mittlere Windrichtung und -geschwindigkeit wurden den Berichten der Königsberger Wetterwarte entnommen. Da die gefangenen Kerfe am zeitigen Vormittag abgesammelt wurden, mußten stets die Winddaten des vorhergehenden Tages eingesetzt werden. — Aus den Tabellen geht hervor, daß die meisten Fritfliegen in der Mehrzahl der Fälle an den windgeschützten Flächen, die größte Zahl der Thysanopteren dagegen durchweg an den vom Winde bestrichenen Tafelseiten anflogen. So fingen sich am 3. September (siehe in den Tabellen unter dem 4. Sept.) bei west-nord-westlichen Winden an der Nord-[1]) und Westfläche 43 bezw. 38% der an diesem Tage insgesamt erbeuteten Thysanopteren, während an der Süd- und Ostfläche nur 8 bezw. 11% anflogen. An den letzteren beiden Flächen war am gleichen Tage der Anflug der Fritfliegen dagegen stärker als an den nach Norden und Westen gerichteten Tafelflächen: Auf diese beiden Seiten entfielen nur 10 bezw. 15%, auf die Süd- und Ostseite dagegen 15 bezw. 60%. Über ähnliche Beobachtungen berichtete bereits Lutz.[2]) Dieser Autor arbeitete mit einer Gruppe von 8 Insektenfallen, die sich selbsttätig stets in denselben Winkel zum Winde einstellten. Er fand in einem über mehrere Wochen sich erstreckenden Versuch, daß sich die Mehrzahl der Dipteren und der Lepidopteren in den vom Winde abgekehrten Fallen fing. Hinsichtlich der Fritfliege decken sich mithin meine Befunde mit den von Lutz mitgeteilten; wie dieser Autor muß jedoch auch ich es unentschieden lassen, ob die Fliegen tatsächlich gegen den Wind flogen, oder ob sie mit dem Winde kamen, die Tafeln umflogen und nur den Anflug an die Tafeln gegen den Wind ausführten. Das letztere wäre denkbar, weil nach Lutz der Anflug gegen den Wind leichter sein dürfte als mit dem Winde. — Die Thysanopteren dagegen dürften mit dem Winde gekommen sein, denn es ist nicht anzunehmen, daß sie bei gegen den Wind gerichtetem Flug das Hindernis umgingen, um den — schwierigeren — Anflug mit dem Winde auszuführen.

[1]) D. h. an der nach Norden gerichteten Tafelfläche.

[2]) Lutz, Wind and the direction of insect flight, in: Americ. Mus. Novit. Nr. 291 1927.

Nachtrag.

Während der Drucklegung dieser Mitteilung erschien ein Aufsatz von E. Riggert, in dem gleichfalls über die Flughöhe der Fritfliege berichtet wird (Nachr.-Bl. Deutsch. Pflanzenschutz. 1931, Nr. 4, S. 26). Riggert umkleidete einen 7 m hohen Mast in verschiedener Höhe mit Leimringen. Dieser Versuch währte eine Woche und wurde einmal wiederholt. Weiterhin prüfte er die Stärke des Anflugs an einem in 10 m Höhe an einer Fahnenstange angebrachten Leimring sowie an einem in 18,7 m Höhe über einem Schornstein befestigten, mit Leim bestrichenen Brett. Aus den Fangergebnissen zieht Riggert den Schluß, daß „in dem Raum zwischen 0 und 5 m über dem Boden die fliegenden Fritfliegen ziemlich gleichmäßig verteilt sind" und daß „ihre Zahl erst bei weiter zunehmender Höhe allmählich abnimmt". Diese Befunde stehen mithin nicht im Einklang mit meinen Ergebnissen, was ich darauf zurückführen möchte, daß bei der Riggertschen Versuchsanordnung vielleicht kein genügend scharfes Bild von der vertikalen Gruppierung der fliegenden Kerfe gewonnen werden konnte. Ich gebe nämlich folgendes zu bedenken: Es scheint nicht ausgeschlossen, daß zum mindesten ein Teil der Fliegen vom Erdboden aus kriechend bezw. in kurzen Flugsprüngen an dem Mast emporgelangte, dann vielleicht einen oder mehrere der 35 cm breiten Leimstreifen überflog und schließlich an einem Leimring haften blieb oder auch zwischen zwei Leimringen den Mast anflog und von hier aus auf den nächsthöheren oder nächsttieferen Leimring hinüberwechselte (der Abstand letzterer schwankte zwischen 77 und 147 cm. Er war mithin im Verhältnis zu den nur 35 cm breiten Leimringen reichlich groß). Gleichfalls scheint es fraglich, ob sämtliche in 10 m (Fahnenstange) und 18 m (Schornstein) Höhe angetroffenen Stücke unmittelbar vom Erdboden aus angeflogen waren. Sie können auch zum Teil an der Fahnenstange bezw. am Hause sprungweise fliegend emporgelangt sein.

Kleidermotten als Fresser lebender Zecken.

Von

Ortrud Vollmer.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg, Entom. Abt.)

Chitinfraß von *Tineola biselliella* ist in der Literatur bekannt. Titschack und Zacher fanden die Raupen als Schädlinge in Insektensammlungen. Auch Frickhinger fand sie in einer Sammlung, nimmt aber an, daß die Tiere von dem Torf des Kastens, nicht von den Insekten lebten. Dazu habe ich nun folgendes zu berichten:

Das Tropeninstitut, Hamburg, hält zu biologischen und medizinisch-entomologischen Studien seit Jahren Zuchten von Insekten, ferner Zecken aus den Gattungen Ornithodorus, Argas und Rhipicephalus. Die Zuchten werden regelmäßig gefüttert und kontrolliert. Ende August 1929 nun fand ich in einem Zuchtglas mit Eiern und frisch geschlüpften *Ornithodorus moubata*-Larven 2 kleine aus eigenen Fäden gesponnene lose Gespinste mit kräftigen Mottenraupen am Filtrierpapier des Glasbodens. Im Gespinst fand sich viel grobkörniger, dunkler Kot. Die beiden Raupen wurden in einem kleinen Glasröhrchen isoliert, vorläufig ohne Nahrung. Am nächsten Tage fand ich die eine Raupe gesund und kräftig im Glas wandernd, die andere halb angefressen; der Rest wurde präpariert.

Die gesunde Raupe spann sich dann ohne weitere Nahrung am Filtrierpapier ihres Gläschens ein, verpuppte sich kurze Zeit darauf in ihrem Gespinst von 8 mm Länge und eine kräftige Motte schlüpfte. Puppenhaut und Motte wurden zur Bestimmung präpariert und aufbewahrt.

Da sich außer dem Filtrierpapier und den Ornithodorus-Eiern und -Larven nichts „Freßbares“ in dem Zuchtglas meiner Zecken befand, ich auch aus der Lage des Gespinstes und dem darin und dabei befindlichen dunklen Kot auf eine reichliche dunkle Nahrung der beiden Raupen schließen konnte, mußte ich annehmen, daß die Raupen von meinen Ornithodorus-Eiern und -Larven lebten. Dieses für die Zukunft klarzustellen und zu verhüten, war der nächste Schritt.

Das, was ich von dem fertigentwickelten kleinen Räuber präpariert und aufbewahrt habe, genügt, um nach Titschack und Zacher einwandfrei *Tineola biselliella* festzustellen.

Eier: fehlten;

Raupen: festgesponnen (auf Filtrierpapier), rauher Köcher, Kopfkapsel hellbraun, Gespinst 8 mm;

Puppenhaut: 7 mm, mit gebogenen Zähnchen, ohne Exkreteinschlüsse, gleichmäßig hellgelb;

Falter mit rostrotem Kopf, rotgelben Vorderflügeln, diese ungefleckt, und gelbsilberigen Hinterflügeln.

Ziemlich unsicher war ich in der Lösung der Frage, wie die Eier der *Tineola biselliella* in meine Zeckenzuchten gelangten, da diese in einem kleinen abgeschlossenen, sehr feucht gehaltenen Raum von 22—24° C standen. Ich konnte mich allerdings entsinnen, in den Nebenräumen einzelne Motten gesehen zu haben, ging also in diesen Nebenräumen, unserem sogenannten Mücken- und Schlangenzimmer, auf die Suche und entdeckte zu meinem Erstaunen in den Wasserschalen der Schlangenkäfige viele Leichen ertrunkener, meist kleiner Exemplare von *Tineola biselliella*. Die Raupen scheinen von den abgeworfenen Häuten der Schlangen zu leben und entwickeln sich in den Käfigen in Scharen, wenn auch meist zu sehr kleinen Exemplaren. Aus dem Schlangenzimmer fliegen sie auch in das Mückenzimmer hinüber. Hier pflege ich meine Zecken beim Blutsaugen (27° C) abzustellen; und zwar mit einem schwarzen Flanelltuch verdeckt, an welches wahrscheinlich Eier abgelegt wurden, deren zwei in die Zeckengläser fielen.

Es war nun leicht, in diesen Räumen Motten zu fangen und in kleinen Gläsern, dunkel gehalten, bei Zimmertemperatur, auf Wolle zur Eiablage zu bringen. Mit Hilfe der Tabelle von Titschack konnte ich auch die Eier als die von *T. biselliella* bestimmen. An einigen im Mai in Leitungswasser beobachteten Eiern von Schlangenzimmer-Motten konnte ich deutlich die von Titschack angegebene Felderung sehen. Die kleinen geschlüpften Räupchen zog ich auf grünem Filz heran, um sie dann für meine Versuche zu benutzen.

Da die Muttertierchen dieser Raupen schon unter außergewöhnlichen Ernährungsbedingungen heranwuchsen, ich auch damals die Tiere noch nicht als T. biselliella bestimmt hatte, wurden zu den folgenden Versuchen außerdem Kleidermottenraupen aus alten Stoffen einer alten Truhe aus einem Hamburger Vorort gesammelt und isoliert. Diese festgesponnenen Tierchen ganz verschiedener Größe, teilweise mit, teilweise ohne Darminhalt, und ihre späteren Entwicklungsformen, auch dabei gefundene Puppenhäute, mußte ich ebenfalls als *Tineola biselliella* bestimmen. Ich habe meine Versuche also mit einer Mottenart angesetzt, deren Vorfahren allerdings aus verschiedenen Nahrungsquellen stammen.

An Zecken verwandte ich in erster Linie junge *Ornithodorus moubata*-Larven und Ornithodorus-Eier. Gelegentlich wurden auch ganz junge *Argas persicus*-Larven angeboten und in einem Falle Argas-Eier, in einem

anderen 2 große Argaslarven. Es handelte sich in beiden Fällen um Institutszeckenstämme. Die Ornithodorus wurden einmal monatlich mit Rattenblut, die Argas mit Hühnerblut gefüttert, doch wurden gewöhnlich nüchterne Zecken verwandt! Im folgenden gebe ich einige Größenmaße, besonders auch der Beinstärke der Zecken, da diese meist den ersten Angriffspunkt für die Kiefer der Raupen boten.

Durchmesser = ⌀

Ornithodorus-Eier, fast kugelrund, etwa 0,86 mm ⌀. Junge Larve (erstes Stadium) 1,1 mm lang, 0,86 mm breit.

⌀ eines Beinchens etwa 0,07 mm.

Größere Larve (2. Stadium) 1,66 mm lang, 1,3 mm breit, ⌀ eines Beinchens 0,1 mm.

Große Larve (3. Stadium) 2,97 mm lang, 2,33 mm breit, ⌀ eines Beinchens 0,16 mm.

Argas jüngste Larve 0,73 mm lang, 0,70 mm breit, ⌀ eines Beinchens 0,07 mm.

Argas größte Larve 2,83 mm lang, 2,2 mm breit, ⌀ eines Beinchens 0,13 mm.

Diese Durchschnittsmaße gelten für die größte Körperlänge, die größte Körperbreite und die breiteste Stelle der Tibia oder der Tarsen I. Es handelte sich stets um nicht vollgesogene Zecken, also ganz flache Exemplare.

Die Larvenbeinchen mit Maßen von 0,7—0,16 mm entsprechen ungefähr den Maßen der nach Titschack für junge Raupen schwer freßbaren Schweineborsten von etwa 120—170 μ. Doch liegt die Beinchenstärke der jungen, gern gefressenen Ornithodorus- und Argaslarven noch weit unter der Mandibelspannweite der jüngsten Raupen, die Titschack mit 90 μ angibt.

Versuchsanordnung:

Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur von 20—22° C in unserem trockenen Laboratorium, etwa 45% Feuchtigkeit, angesetzt, in kleinen Glasröhrchen, die in einer mit schwarzem Samt ausgelegten Glasschale standen und dunkel gehalten wurden. Versuch I wurde noch in weiten Gläschen gehalten von etwa 3 cm ⌀ und 5 cm Höhe. Versuche II und III in ganz engen Röhrchen von 0,5 cm ⌀ und etwa 3,2 cm Höhe, Versuch IV in weiteren Röhrchen von etwa 1,2 cm ⌀ und 3,8 cm Höhe.

Bei allen Versuchen wurde nur ein kleiner Streif weißen Filtrierpapiers in das Röhrchen gegeben, und dieses stets mit besonders stramm sitzenden, mit Seidengaze bezogenem Korkstopfen verschlossen. Der Kork war in den letzten 3 Versuchen einmal durchbohrt, um einen regeren Luftaustausch zu schaffen. Durch die Seidengaze war aber ein Entweichen auch der jüngsten Zeckenformen vollständig verhindert.

Die Temperatur wurde im 2. Versuche 3mal gewechselt, da in der Entwicklung der Räupchen vollständiger Stillstand eingetreten war und die Tierchen auch keinen angebotenen Wollfilz mehr nehmen wollten. Doch war bei dem Wechsel bei dem einmal zum Entwicklungsstillstand gekommenen Tieren keine Veränderung zu beobachten. 2 Raupen blieben unverändert eingesponnen, 2 wanderten ruhelos und starben.

1. Versuch.

Der erste Versuch, angesetzt mit Mottenraupen aus alten Stoffen, sollte nur nachweisen, ob Zecken und Zeckeneier gefressen werden. Es zeigten sich schon hier neben vielen „Nichtfressern“ einige gute „Fresser“. Nr. 3, Nr. 6 und Nr. 7. Die Röhrchen der Nichtfresser (Nr. 1, 2, 4, 5 und 8) waren gleichzeitig eine gute Kontrolle für die Lebensfähigkeit und Lebens-

dauer der nicht beschädigten Zecken unter den Versuchsbedingungen. Diese waren für die Zecken keineswegs ungünstig.

	Raupen Nr. 3		Nr. 6		Nr. 7	
gefressen	Orn.-Larven	Eier	Orn.-Larven	Eier	Orn.-Larven	Eier
25. 9.	5	—	8	1	—	9
2. 10.	7	—	2	4	5	5
30. 10.	3	—	—	—	1	1
5. 12.	—	—	—	—	—	—
Zusammen	15	—	10	5	6	15

abgebrochen am 5. Dezember.

Im ersten Versuch waren stets noch 2 Raupen in ein Röhrchen gesetzt worden. Schon am 25. September lebte in Röhrchen Nr. 7 nur noch eine Raupe, die also allein 6 Ornithodoruslarven und **15** Eier verzehrt hatte. Ihr weiteres Schicksal habe ich leider in meinen Notizen nicht mehr gefunden, da der Versuch abgebrochen wurde. Der gute Fresser aus Nr. 6 aber wurde im 2. Versuch weiter beobachtet. Im Versuch I fraßen sie zu zweit 10 Ornithodoruslarven und 5 Eier, im 2. Versuch als Nr. 3 fand ich wohl noch einige Zecken am Gespinst, aber die in den Versuch übernommene Raupe betätigte sich nicht mehr, wanderte, spann sich dann für lange Zeit ein, wanderte wieder, fraß am 7. April angebotenen Filz (Darm war grün), und kam trotz Temperaturwechsel nicht weiter, wurde in Versuch III übernommen, hat sich oft gehäutet und ist zwischen dem 5. Mai und 9. Mai gestorben. Von den guten Fressern aus Röhrchen 3 wurde der eine im 2. Versuch in Röhrchen IV angesetzt, wurde auch dem Temperaturwechsel ausgesetzt, spann sich ein und wanderte wechselnd, fraß am 3. Februar angebotenen grünen Filz, betätigte sich trotz wiederholten Einsetzens von Zecken und Eiern nicht mehr als Räuber und starb am 6. März 1930.

2. Versuch.

Der 2. Versuch wurde in engen Röhrchen angesetzt, um den eventuellen „Lebend-Fraß“ besser beobachten zu können.

Gläschen I und II enthielten gezüchtete Abkömmlinge der Schlangenzimmermotten,

Gläschen III und IV aus Versuch I übernommene Kleiderstoffraupen.

Es fällt bei dieser Aufstellung sofort auf, daß III und IV, die Kleiderstoffraupen, sich durchaus negativ bezüglich Chitinfraß verhalten, was ich aber nicht auf ihre Abstammung, sondern auf einen Überdruß an dieser Nahrung aus dem 1. Versuch zurückführen möchte. Ihr weiteres Schicksal wurde schon in Versuch 1 geschildert.

	Raupen Nr.			
	I O.-L., A.-L., Eier	II O.-L., A.-L., Eier	III O.-L., A.-L., Eier	IV O.-L., A.-L., Eier
6. 12. 10 Uhr. .	3 Ornithodorus		nichts gefressen	nichts gefressen
6. 12. 4 Uhr . .	1 O. lebend (beob.)			
7. 12.	4 E. frisch	1 O. + 1 O. angefr.		
9. 12.	2 O.	$1^1/_2$		
10. und 11. 12. .	1 große O. lebend	1 O. angefr. 1		
12. 12.	1 große O. angefr.			
13. 12.	gr. O. und kleine	1 angefr.		
16. 12.		1 2		
17. 12.		1 größere		
19. 12.	1 Argas angefressen	4 Arg.		
20. 12. 4 Uhr. .		3 Arg. lebend, schon wieder 3 Arg. lebend		
21. 12.—30. 1. .		22 Arg.		
	Gefressen:	Gefressen:		
6. 3.	2 große, 6 kl. Orn.-Larven, 1 Argaslarve, 4 Orn.-Eier, Raupe lebt untätig noch am 23. Mai, verpuppt etwa am 23. Mai, kräftige Motte geschlüpft am 31. Mai.	5 Orn.-Larven, 32 Argaslarven, davon lebend mindestens 10, 4 Orn.-Eier, 6. März: Raupe tot.		

3. Versuch.

Im 3. Versuch, der im wesentlichen die Fortsetzung des 2. war, wurden die Raupen I und III unter derselben Nummer weiter beobachtet.

Nr. V und VI waren zwei auf grünem Wollfilz und schwarzem Baumwollflanell herangezogene Raupen, aus Eiern von Schlangenzimmermotten stammend.

In jedes der 4 Gläschen wurde außerdem 1 Filtrierpapierstreifchen und eine Flocke grünen Filzes gegeben, von welchem auch gefressen wurde, wie an der Grünfärbung des Darmes sichtbar war. Gute Fresser waren Nr. V und VI, also wieder die beiden Tiere, denen diese an Eiweißstoffen reiche Nahrung zum ersten Male geboten wurde. Nr. I und III haben kaum mehr geräubert, III fraß am 25. April noch eine Argaslarve an, die sich festgesponnen hatte; beide fraßen angebotenen grünen Filz. I blieb unverändert eingesponnen, während III viel wanderte. III starb (siehe Versuch 2) zwischen 5. und 9. Mai 1930. Raupe I verpuppte sich am 20. Mai und schlüpfte am 31. Mai, gab eine schöne kräftige, dunkle Motte, die genadelt wurde.

	Raupen Nr.			
	V O.-L., Eier	VI O.-L., Eier	III (Fortsetzung) O.-L., Eier	I (Fortsetzung) O.-L., Eier
15. 4. . . .	2 1	1 —		Nichts gefressen.
16. 4. . . .	1	1 —		
17. 4. . . .		1 1		
22. 4. . . .		2? 1	1 Argaslarve	
23. 4. . . .	1?			
24. 4. . . .		2 angefressen	Raupe zwischen	
25. 4. . . .			5. 5 u. 9. 5. tot	
	Zwischen 29. 4. u. 2. 5. gestorben, wahrscheinlich verletzt.	1 angefressen 28. 4. verpuppt, 25. 5. Puppe lebt, ganz dunkel, 12. 6. Puppe tot (vertrocknet).	20. 5. verpuppt, 31. 5. geschlüpft.	20. 5. verpuppt. 31. 5. geschlüpft.

Von dem Gedanken ausgehend, daß gefärbte lebende Zecken gut im Kot der Raupen nachweisbar sein müßten, durch Anfeuchten des Kotes auf weißem Filtrierpapier, fütterte ich die Raupen Nr. V und VI ab 17. April nur mit lebend gefärbten Ornithodoruslarven und Ornithodoruseiern. Doch wurden die mit Orange G. und Kongorot lebend gefärbten und lebend bleibenden Zecken und Eier nur kurze Zeit gefressen, und schienen nicht zu schmecken. Ich fütterte dann mit ungefärbtem Material weiter. Resultate habe ich so nicht erhalten.

Der 4. Versuch wurde am 22. April 1930 angesetzt mit Kleiderstoffraupen aus der alten Truhe und sollte vor allem dazu beitragen, die Raupen beim „Lebendfressen" zu beobachten. Darum wurde bei den guten Fressern das trockene, tote und angefressene Zeckenmaterial täglich entfernt (Tabelle: Versuch 4). Ich werde auch hier das Leben der einzelnen Raupen schildern.

Röhrchen A enthielt eine große (7 mm) und 1 kleine (5 mm) Raupe, beide ursprünglich mit blauem Darminhalt von der vorher gefressenen Wolle. Es wurden im Versuch bis zum 14. Mai 2 Ornithodoruslarven und 4 Eier gefressen. Die große Raupe verpuppte sich am 5. Mai und starb am 14. Mai, die kleine häutete sich am 6. Mai und fing im Mai noch tüchtig an zu fressen. So wurde die ganze Puppe der 1. Raupe lebend aufgefressen und dann ging es wieder an frische Ornithodoruslarven, davon lebend 18 auf- und 8 angefressen. Ab 2. Juni wurden außer lebenden Ornithodorus auch blaue Wolle geboten und gefressen und daraus auch ein schönes Puppengespinst gebaut. Bis zum 15. Juli noch nicht geschlüpft.

Röhrchen B enthielt eine große (7 mm) und eine kleine (5 mm) Raupe, beide mit weißem Darminhalt (weiße Wolle!). Die große Raupe verpuppte sich am 24. April und starb am 14. Mai. Die kleine Raupe fraß 6 Larven, davon lebend 1; 4 Eier, fraß 4 Ornithodorus an, davon lebend 2, fraß auch leider die Puppe der 1. Raupe an, die wahrscheinlich noch gar nicht mal tot war und nur Flügel und Beinchen nicht frei bekam,

da sie nicht eingesponnen lag. Die zweite Raupe spann sich am 16. Mai ein und verpuppte sich am 22. Mai. Am 6. Juni schlüpfte eine kleine helle Motte, die genadelt wurde.

Röhrchen C enthielt eine kräftige (7 mm) und 1 kleine (4 mm) Raupe, beide mit blauem Darminhalt (Wolle). Die große Raupe starb am 3. Mai. Die kleine Raupe häutete sich am 5. Mai und starb am 13. Mai. Es wurden gefressen: 2 Zecken und 1 Ei.

Röhrchen D enthielt 1 kräftige (7 mm) und 1 kleine (4 mm) Raupe, beide mit orangefarbenem Darminhalt (Wolle!). Die große Raupe war der tüchtige „Lebendfresser", doch frißt auch die kleine nach der großen Tode noch tüchtig. Vom 23. April bis zum 15. Mai haben sie gemeinsam 10 junge, 7 größere, darunter 2 große Argas, auf- und 7 Ornithodorus angefressen, außerdem 8 Ornithodorus-Eier auf- und 2 angefressen. Im ganzen lebend 11 Ornithodorus auf-, 3 angefressen, 1 Ei. Die kleine Raupe lebt und frißt noch vom 16. Mai bis 18. Juni 7 junge Ornithodorus, 7 Larven wurden angefressen, davon lebend 6 auf- und 3 angefressen. Ab 2. Juni wurde außer lebenden Ornithodorus auch blaue Wolle geboten und gefressen.

Röhrchen E enthielt 1 Raupe (6 mm) mit gelbem Darminhalt. Sie häutete sich am 2. Mai und starb am 5. Mai. Hat nichts gefressen.

F war ein Räupchen von 5 mm Länge mit bräunlichem Darminhalt; sie wurde zu einem tüchtigen Fresser von lebenden Zecken, häutete sich am 26. April. Sie fraß im ganzen 30 junge, 5 größere Ornithoduruslarven und biß außerdem 12 Larven an und 9 Eier, davon lebend 18 auf-, 11 angefressen und 3 Eier. Raupe F spann sich ein am 26. Mai und verpuppte sich am 30. Mai, und schlüpfte als schöne, helle, kräftige Motte am 13. Juni.

G ein Räupchen von 4 mm Länge mit gelbem Darminhalt, fraß 1 Ornithodorus-Ei und starb am 5. Mai.

H ein Räupchen von 5 mm Länge mit blauem Darminhalt, häutete sich am 26. April und starb zwischen 2. und 5. Mai.

I ein Räupchen von 5 mm Länge mit bläulichem Darminhalt, verpuppte sich am 28. April, ist am 16. Mai geschlüpft, recht dunkles Exemplar und wurde genadelt.

K ein Räupchen von 6 mm Länge mit blau-braunem Darminhalt, häutete sich am 29. April und wurde schon am 23. April ein guter Fresser, bei dem „Lebendfraß" beobachtet werden konnte. Im ganzen verzehrte sie 11 junge und 2 größere Ornithoduruslarven, fraß 4 Eier und 15 Ornithoduruslarven an!!, davon lebend 3 ganz und 6 teilweise. Die Raupe verpuppte sich am 16. Mai und schlüpfte als kräftige Motte am 2. Juni.

Ich möchte hier nur noch bemerken, daß auch bei den „Nichtfressern" stets frische junge Zecken und Zeckeneier im Gläschen gehalten wurden. Die Möglichkeit zum Chitin-Eiweißfraß war also allen Raupen gleichmäßig geboten.

Angriff und Lebendfraß: Die Art des Angriffes einer Raupe auf eine junge Zecke konnte ich am besten schon im 2. Versuch am 6. Dezember beobachten. Die dicke Raupe Nr. I hatte die am Vortage (5. 12.) eingesetzten 3 frischen Ornithoduruslarven gefressen. Am 6. Dezember bot ich ihr nun morgens eine junge Ornithoduruslarve und 4 Eier an. Als ich um 1 Uhr das Röhrchen aus seiner dunklen Umhüllung nahm, kamen die Raupe und die junge Larve aus dem Gespinst der Raupe hervorgekrabbelt, die Larve hing aber in einigen Fäden fest und nun begann die Raupe sofort eifrig um die Larve herumzuspinnen.

Dieses beobachtete ich noch oft und hatte einige Male den Eindruck einer Abwehr der Raupe. Im 4. Versuch bei F konnte ich sogar einmal beobachten, wie die über die Bewegungen einer neu eingesetzten Ornithoduruslarve erschrockene Raupe eine Abwehrstellung mit weit geöffneten

4. Versuch

Versuchstiere		Datum						
		23. IV.	24. IV. bis 25. IV.	26. IV.	28. IV.	29. IV.	2. u. 3. V.	5. V.
A 2 Raupen	O. L. best. leb. gefr.	—	große Raupe verpuppt	1 O. L.	—	—	—	gr. Raupe verpuppt
	Eier u. wahrsch. tot. gefr. L.	—		—	1 Ei	1 Ei	2 Eier	—
B 2 Raupen	O. L. best. leb. gefr.	—	—	—	—	—	—	—
	Eier u. tot gefr. L.	—	—	—	—	—	1 L., 3 Eier	2 L.
C 2 Raupen	O. L. best. leb. gefr.	—	—	—	—	—	große Raupe tot	kl. Raupe gehäutet
	Eier u. tot gefr. L.	—	—	—	2 L., 1 Ei	—		
D 2 Raupen	O. L. best. leb. gefr.	4 O. L.	1 größere O. L.	2 gr. L.	2 gr. A. L.	—	1 gr. L. ang. 2 L.	—
	Eier u. tot gefr. L.	1 fr. Ei	2 L., 3 E.	—	2 Eier	—	3 L., 2 E.	2 L. ang., 2 E. ang.
E 1 Raupe	O. L. best. leb. gefr.	—	—	—	—	—	Raupe häutet sich	Raupe tot
	Eier u. tot gefr. L.	—	—	—	—	—		
F 1 Raupe	O. L. best. leb. gefr.	2 O. L.	—	Raupe häutet sich	1 L. ang.	1 gr. L., 1 kl. L.	1 gr. L. ang	—
	Eier u. tot gefr. L.	—	1 L. ang.		2 L., 1 Ei	1 Ei	3 L., 2 E.	3 L., 2 E.
G 1 Raupe	O. L. best. leb. gefr.	—	—	—	—	—	—	Raupe tot
	Eier u. tot gefr. L	—	—	—	1 Ei	—	—	
H 1 Raupe	O. L. best. leb. gefr.	—	—	Raupe häutet sich	—	—	Raupe tot?	Raupe tot
	Eier u. tot gefr. L.	—	—		—	—		
I 1 Raupe	O. L. best. leb. gefr.	—	—	—	Raupe verpuppt	—	—	Puppe lebt
	Eier u. tot gefr. L.	—	—	—		—	—	
K 1 Raupe	O. L. best. leb. gefr.	2 O. L.	1 gr. L.	—	—	Raupe gehäutet	—	—
	Eier u. tot gefr. L.	—	1 Ei	2 kl. L.	2 L. ang.		4 L.	4 L., 2 E.

Erläuterungen zur 4. Versuchstabelle:

L. = Larve
O. L. = Ornithodorus-Larve
A. L. = Argas-Larve
gr. L. = größere Larve
kl. L. = kleine Larve
E. = Ei
fr. E. = frisches Ei
tr. E. = trockenes Ei
ang. = angefressen
R. = Raupe

ebendfraß ausgezählt.

Datum								
6. V.	7.—9. V.	10.—12. V.	14.—19. V.	20.—31. V.	2.—4 VI.	5.—12. VI.	13.—23. VI.	24. VI. bis 14. VII.
kl. Raupe frisch gehäutet	—	—	Puppe tot 2. R. frißt sie auf	19 O. L. 7 L. ang.	Wolle gefressen	R. dicht eingesp. frißt nichts	R. verpuppt im Wollgespinst	unverändert
—	—	—		1 Larve	3 L. ang.			—
1 L.	—	2 L. ang.	Puppe tot 2. R. frißt sie auf	22. V. 2. Raupe verpuppt	—	6. VI. kleine helle Motte geschluptt	—	—
—	1 L. 1 L. ang.	1 L., 1 L. ang. 1 tr. Ei			—		—	—
Raupe kleiner geworden?	—	2. Raupe tot	—	—	—	—	—	—
	—				—	—	—	—
2 L. ang. gr. R. leider totgedrückt	—	—	—	6 L. 1. L. ang.	Wolle gefr.	viel blauer Wollkot	R. frißt viele Wolle	—
	1 gr. 1 kl. L. ang.	—	1 L. 2. L. ang.	—	3 L. ang.	1 1/2 Larve	1 L. 16 L. ang.	3 L. 7 L. ang.
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 L. ang.	2 L. ang.	—	13 O. L.	5 L. 4 L. ang.	—	Puppe wird dunkler	13. VI. schöne helle, kräftige Motte geschl.	—
—	4 Larven	—	3 1/2 L. 2 L. ang., 1 Ei	30. V. R. verpuppt	—			—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	16. V. dunkle Motte geschlüpft u. genadelt	—	—	—	—	—
—	—	—		—	—	—	—	—
3 L. ang.	3 L ang.	—	16. V. Raupe verpuppt	Puppe wird dunkler	helle kräftige Motte geschl.	—	—	—
—	5 L. ang.	—				—	—	—

Beim Lebendfraß handelt es sich stets um am Vortage frisch in das Röhrchen gegebene oder schon direkt nach 2—3 Stunden festgesponnene und angefressene oder aufgefressene Zecken.

Unterstrichen sind die zur vollen Entwicklung gekommenen Tiere.

Mandibeln einnahm und sich dann rückwärts zurückzog. Wenn frische, bewegliche, muntere Ornithodoruslarven dem Röhrchen zugesetzt werden und in die Nähe der Raupe kommen, spinnt diese oft einige „Sicherheitsfäden" vor die Öffnung ihres Gespinstes und später erst geht sie zum Angriff über. Bei Räupchen D aus Versuch 4 konnte ich beobachten, daß die kleine Raupe sofort nach Einsetzen der 2 jungen Ornithodorus die nächste kleine Larve an einem Beinchen packte und etwas vorzog. Die Zeckenlarve zog zurück, die Raupe ließ los und packte noch zweimal zu; zog sich dann aber zurück und begann zu spinnen. Ich fand, daß gesunde Zecken mit einem Spinnfaden am Bein oder Körper kolossal in ihren Bewegungen gehemmt sind, und nicht einmal mehr auf der warmen Hand, wo sie für gewöhnlich anfangen zu rennen, vorwärts zu kommen vermögen; es sieht aus, als wenn sie über ihre Beinchen fielen.

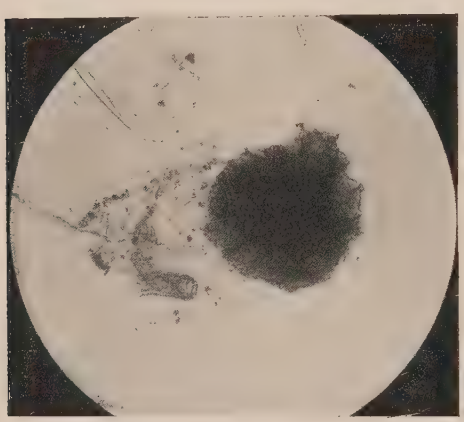


Abb. 1. Angefressenes Ornithodorus-Ei und Beinreste einer Ornithodorus-Larve. (Vergrößert etwa 1 : 40.)

Nun also zur Raupe I zurück. Um 2 Uhr schon liegt die Ornithodoruslarve ganz fest und die Raupe liegt in einem neuen, leichten Gespinst mit dem Kopf direkt an der Ornithodoruslarve; diese bewegt noch die Beinchen.

Um 4 Uhr hat die Raupe die Larve vollkommen aufgefressen und 4 Eier in ihr Gespinst gezogen. Am 7. Dezember 1929 $^1/_2$9 Uhr hat sie 3 von den frischen Eiern aufgefressen und beim 4. liegt viel Kot dabei. Um 11 Uhr ist das letzte Ei verschwunden. Ich setzte 2 Ornithodoruslarven zu, die am 9. Dezember restlos verschwunden waren. Ich setzte 1 Ornithodoruslarve, 2. Stadium (= „größere") zu, die am 10. Dezember fast ganz aufgefressen war und so ging es weiter.

An einem großen lebend eingesetzten Ornithodorus fraß sie vom 12. bis 16. Dezember. Im allgemeinen pflegten die Raupen die festgelegten Zecken an den Beinchen anzufressen; zuweilen fand ich auch angenagte Mundwerkzeuge und oft einen angefressenen hinteren Körperrand, der ja bei den Argasinen flach und schmal ist.[1]) Sehr häufig fand und präparierte ich Zecken, an welchen nur die Beinchen fehlten, was natürlich bei den Zecken zum Austrocknen und zum Tode führte. Die Maße der Beinchen gab ich im vorstehenden an; sie waren für die Mandibelweite der Raupen noch gut greifbar.

[1]) Oft konnte ich beobachten, daß die Lage der Raupe zur Zecke und die Art des Fraßes aus deren flachem Rand ähnlich aussah wie das Fressen einer Schmetterlingsraupe an einem Blattrand.

Aus Versuch 4: Im 4. Versuch konnte ich oft das Fressen lebender Zecken und frischer Eier beobachten. Die kleine Raupe D hat am 24. April um 3 Uhr eine junge Ornithodoruslarve angesponnen, die Beinchen teilweise weg- und den Hinterrand angefressen. Diese um 12 Uhr frisch und lebend eingesetzte Ornithodoruslarve ist beim Herausnehmen noch weich und elastisch. Die große Raupe D hat um 3 Uhr etwa eine größere Ornithodoruslarve eingesponnen und um 4 Uhr schon erheblich angefressen. Die Ornithodoruslarve wurde fortgenommen und präpariert.

Am 26. April hat die große Raupe D um 5 Uhr beide, um $^1/_2$1 Uhr eingesetzten lebenden größeren Ornithodoruslarven (2. Larvenstadium) leicht festgesponnen und beide angefressen. Die Zecken wurden präpariert. Am 28. April um 12 Uhr finde ich eine von den am 26. April lebend eingesetzten großen Argaslarven leicht festgelegt und angefressen, die andere lebt noch; um 4 Uhr sind beide festgesponnen und angefressen. Von den am 2. Mai 2 Uhr frisch und lebendig eingesetzten Zecken hat die große Raupe D schon um 5 Uhr die Zeckenlarve, 2. Stadium, angefressen. Am selben Tage hat Räupchen F von den um 2 Uhr eingesetzten Ornithodoruslarven, 2. Stadium, um 5 Uhr 1 angefressen, nur noch 1 Beinchen da, dieses bewegte sich noch; auch 1 frisches Ei ist in der Zeit verschwunden.

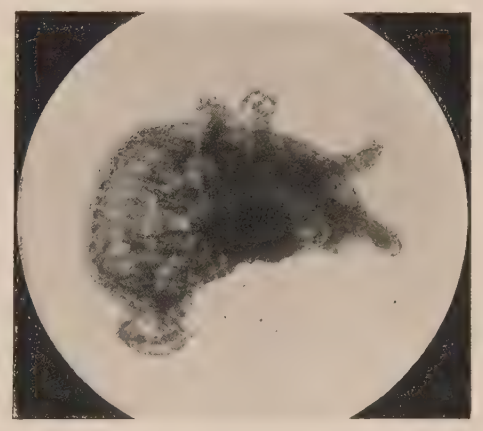


Abb. 2. Angefressene junge Ornithodorus-Larve. (Vergrößert etwa 1 : 40.)

Was in der Zwischenzeit von D und F von Tag zu Tag gefressen wurde, geht aus der Versuchstabelle hervor. Es kann sich auch hier nur um „Lebendfraß" gehandelt haben, da in den „Nichtfresser"-Röhrchen, meinen Kontrollen, die Zecken sich tage- und wochenlang halten. Die kleine, übrig gebliebene Raupe in D frißt tapfer von Tag zu Tag ihre Ornithodoruslarve. Raupe F erhielt am 15. Mai 4 junge, frische Ornithodoruslarven, die sie alle am 16. Mai schon gefressen hatte und erhält um 11 Uhr wieder 4 junge Ornithodoruslarven. Um 4 Uhr sind zwei dieser Ornithodoruslarven ganz verschwunden, von einer nur noch ein Restchen da, die vierte hatte sich in den oberen Teil des Röhrchens gerettet.

Am 17. Mai finde ich bei F nur noch Kot im Glase und gebe 1 junge, 1 größere (2. Stadium) und 1 große Ornithodoruslarve (3. Stadium) in das Röhrchen. Um $^1/_2$4 Uhr hat die Raupe die junge Ornithodoruslarve verzehrt, was auch deutlich an der frischen, rötlich-gelben Farbe ihres Darmes zu erkennen ist, nur ein ganz kleiner Rest der Ornithodoruslarve hängt in den Fäden. Die größere und große Ornithodoruslarve wurden aus dem oberen Teil des Röhrchens zurück auf den Boden des Glases gesetzt, und um 5 Uhr bereits hat F die größere Larve festgelegt und bis auf eins alle Beinchen abgefressen; das Bein bewegt sich bei Berührung noch. Am 19. Mai finde ich bei Raupe F nur noch einen Rest der großen Ornithodoruslarve und viel Kot. Der Darm der Raupe ist vollkommen schwarzbraun. Ich gebe 2 größere und 1 junge Ornithodoruslarve zu. Schon um $^1/_2$1 Uhr hat F alle 3 frischen, munteren Zecken festgesponnen und die größere angefressen.

Um $^1/_2$8 Uhr des 15. Mai hat F alle drei Zecken angefressen, es sind nur noch Reste vorhanden. Ich gebe zwei junge Ornithodoruslarven zu. Am 20. Mai 11 Uhr ist Raupe F mit schwarzem Darm eingesponnen, konnte die jungen Larven nicht fressen, da diese sich in den oberen Teil des Glases verzogen hatten. Um 7 Uhr aber des

20. Mai sind beide jungen Larven gefressen und 1 größere angefressen. Am 21. Mai finde ich bei F nur noch Kot und gebe um 10 Uhr 2 junge und 2 größere Ornithodoruslarven zu. Um 1 Uhr ist eine junge Ornithodoruslarve verzehrt und um 6 Uhr die zweite junge und die erste größere Ornithodoruslarve gefressen; die letzte (größere) ist bereits festgelegt, bewegt aber um 10 Uhr abends noch die Beinchen. Am 22. Mai abends ist auch die zweite größere Ornithodoruslarve restlos verschwunden und nur noch Kot im Röhrchen; ich gebe 2 größere und 1 lebende junge Larve zu. Am 23. Mai finde ich nur noch Reste der 3 am Vortage eingesetzten Zecken und setze nichts zu; am nächsten Tage ist alles aufgefressen und die Raupe hat sich mit allem erreichbaren Kot ein dichtes Gespinst gebaut, das sie bis zum 26. Mai von innen noch dichter spinnt. Bis zum 29. Mai kann man die weiße Raupe noch erkennen, am 30. Mai scheint sie verpuppt zu sein.

Nachdem deutliches Dunklerwerden der Puppe beobachtet wurde, schlüpfte am 13. Juni (bei Zimmertemperatur) eine schöne kräftige helle Motte, die genadelt wurde.

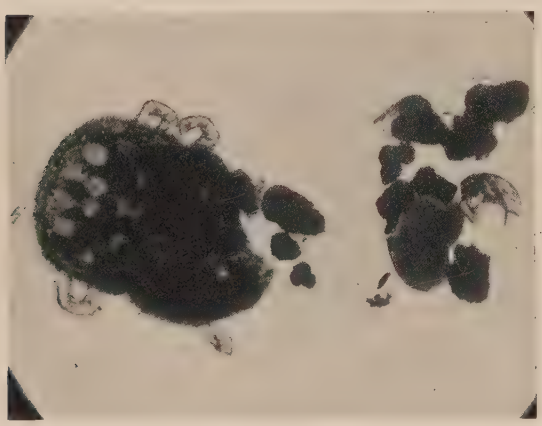


Abb. 3. Angefressene Ornithodorus-Larve, 2. Stadium. Kopfkapsel der gehäuteten Raupe und Kotreste. (Vergrößert etwa 1 : 20.)

Nachdem vom 15.—19. Mai die Raupe A sich mit der Mottenpuppe A 1 beschäftigte und sie in dieser Zeit restlos aufgefressen hat, beginnt sie am 20. Mai auch wieder mit dem Fressen von Zecken. Am 21. Mai fehlt ein junger Ornithodorus und von 11—7 Uhr abends verschwindet ein weiterer; am 21. Mai ist nichts mehr als Kot im Röhrchen; um 10 Uhr werden 2 frische junge Ornithodoruslarven zugesetzt und um 6 Uhr ist die eine Ornithodoruslarve bis auf einen kleinen Rest verschwunden. Am 22. Mai hat A auch den zweiten jungen Ornithodorus gefressen; ich gebe 2 junge und 1 größere Larve zu. Am 23. Mai sind nur noch Reste vorhanden, die bis zum 24. Mai ganz verschwunden sind, gebe um 10 Uhr 1 größere und 2 junge Ornithodoruslarven zu. Um 12 Uhr hat Raupe A die Beinchen der beiden leicht festhängenden jungen Ornithodorus abgefressen. Um 4 Uhr sitzt die Raupe unter dem Korken und frißt an den Resten der 2 jungen Ornithodorus, auch die größere Ornithoduruslarve ist schon angefressen; es werden wieder 2 lebende größere zugegeben. Am 26. Mai ist bis auf einige sichelförmige Zeckenränder alles aufgefressen; es werden um 9 Uhr eine größere und 2 junge Ornithoduruslarven zugegeben, um 5 Uhr sind die beiden jungen Larven beinahe aufgefressen, der größere Ornithodorus lebt noch. Am 27. Mai sind nur noch Zeckenränder da; 1 größere und 2 junge Ornithoduruslarven werden eingesetzt. Am 28. Mai finde ich nur noch 2 angefressene junge Ornithoduruslarven, alte Reste und viel Kot im Röhrchen; 1 größere und 1 junge Ornithodorus werden eingesetzt. Am 29. Mai werden 2 trockene Zeckenreste aus dem Röhrchen entfernt und 2 größere Ornithoduruslarven eingesetzt. Am 30. Mai treffe ich die Raupe am letzten größeren Ornithodorus fressend, gar nicht eingesponnen und gebe 2 junge Ornithoduruslarven zu. Am 31. Mai hat die wandernde Raupe beide Ornithodorus aufgefressen; es ist nur noch ein Sichelrand vorhanden. Es wird der Raupe jetzt neben lebenden Ornithoduruslarven auch blaue Wolle geboten. Am 2. Juni hat Räupchen A sich ein schönes Wollegespinst gebaut und hat 3 jungen Orni-

thodoruslarven die Beinchen abgefressen. Am 3. Juni finde ich A in ihrem Wollegespinst liegend, an das sie alle 4 frisch eingesetzten jungen Ornithodoruslarven herangezogen hat, alle 4 sind angefressen. Am 4. Juni hat die Raupe sich in ihr Gespinst verzogen und frißt nichts mehr, anscheinend auch keine Wolle (kein Kot!). Um den 10. Juni herum scheint die Raupe verpuppt; Wollegespinst ist auf beiden Seiten verschlossen!

Wollefütterung neben lebenden Zecken: Räupchen D fraß vom 26.—29. Mai 6 lebende junge Ornithodoruslarven; es wurde ab 1. Juni außerdem blaue Wolle (Stopfgarn) angeboten. Am 2. Juni hatte sie sich ein Gespinst mit wenig Wolle gebaut, aber schon tüchtig Wolle gefressen (blauer Kot!). Außerdem war 1 junger Ornithodorus angefressen. Ab 3. Juni scheint Räupchen D nur noch Wolle zu fressen, häutet sich am 4. Juni, frißt weiter Wolle (viel blauer Kot) und nur gelegentlich einige Zeckenbeinchen. Am 12. Juni erwacht wieder der Appetit auf Zecken; ein am 11. schon toter Ornithodorus ist halb aufgefressen. Am 13. Juni ist neben vieler Wolle 1 junger am Vortage lebend eingesetzter Ornithodorus gefressen bis auf einen ganz kleinen Rest. Am 14. Juni ist wieder ein lebender Ornithodorus gefressen. Am 16. und 17. Juni finde ich nur Wollkot. Am 18. Juni ist wieder einer der am Vortage lebenden Ornithodorus angefressen. Frißt immer weiter. Wolle und Zecken bis zum 15. Juli.

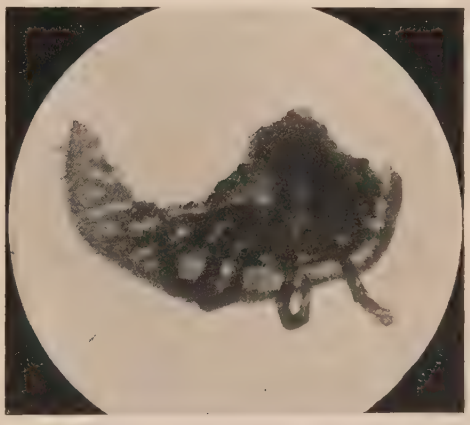


Abb. 4. Angefressene große Argas-Larve („Blattfraß"). (Vergrößert etwa 1 : 20.)

Entwicklung und Hemmung der Fresser: Merkwürdig ist die bei manchen Tieren nach tüchtiger Freßlust und reichlicher Zeckennahrung eintretende Entwicklungshemmung in den ersten Versuchen. Erwähnt doch Frickhinger (1920), daß *Tin. biselliella*-Raupen sogar in Piscidin, einem Fischmuskeltrockenpräparat, sich in normaler Weise entwickelten und schlüpften. Meine guten „Fresser" bleiben teilweise wie leblos wochenlang, ganz weiß erscheinend, in einem ziemlich dichten Gespinst liegen, antworten aber noch auf Berührungsreize; bis sie entweder sterben oder sich zu kleinen kümmerlichen Puppen häuten, die zum Schlüpfen zu schwach sind. Ich hatte allerdings auch Pech, da zwei dieser Puppen von der das Röhrchen mitbewohnenden Raupe aufgefressen wurden, eine bestimmt noch lebend, die andere wohl tot. Außerdem wurden im Versuch 3 Raupe V und im Versuch 4 der gute Fresser D verletzt und so getötet. Gestorben sind im Versuch 2 Raupe I und II, im Versuch 3 Raupe VI, Versuch 4 Raupe A.

An dem Entwicklungsstillstand, Versuch 2, konnte, siehe oben, auch ein 3maliger Temperaturwechsel nichts ändern.

Zur Entwicklung kamen:

Versuch 4: A, B, F, K, D?
Versuch 2: Nr. I.

Ob man aus dieser Anpassungsfähigkeit an eine lebende Nahrung der Mottenraupen irgendwelche Schlüsse ziehen kann und darf, lasse ich dahingestellt. Gewiß ist, daß in Schafställen, in herumliegenden Wollflocken und -resten sich *Tineola biselliella* nicht selten entwickeln wird. Da Schafställe in den warmen Ländern, besonders, wenn sie aus Holz gebaut sind, häufig von Argasinen bewohnt sind, die als Parasiten auf den Schafen leben und in bestimmten Stadien, besonders im vollgesogenen Zustand, sich in Ritzen der Stallungen verkriechen, ist es sehr wohl denkbar, daß auch hier Angriffe von Mottenraupen auf tote oder auch lebende Zecken vorkommen. Aus der Literatur ist ja genügend bekannt, wie sehr auch unsere Motten zur „Aufräumung" in der Natur, z. B. bei Mäusekadavern (Titschack) und bei Rehfüßen (Frickhinger) beitragen. Auch der Fraß an Schlangenhäuten in unserem Institut gehört ja hierher. Im Versuch 4 frißt Räupchen D neben der gebotenen Wolle auch gern lebende Zecken weiter, täglich finde ich neben blauem Wollkot auch angefressene Zeckenlarven. Aus dieser bereitwilligen Anpassungsfähigkeit der Mottenraupen kann man vielleicht auf eine ursprüngliche Entwicklung der Motten aus sogenannten „Mordraupen" bis zu ihrer jetzigen Lebensweise schließen. Es wäre recht interessant zu wissen, ob diese Mordraupen ursprünglich von den Milben und Mallophagen der Tiere oder ihrer Behausungen lebend sich durch den Fraß der auch mit Wollresten gefüllten Mägen und Därme der Acarinen und Mallophagen erst allmählich an die Wollnahrung gewöhnt und zu ihrer heutigen Lebensweise als Woll-, Fell- und Kleiderschädlinge entwickelt hätten.

Ich möchte zum Schluß nicht versäumen, Herrn Prof. Martini, Hamburg, für seine Ratschläge und Hilfe bei dieser Arbeit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Untersuchungen über Möhrenblattsauger.

Von

Nihat Schewket Bey.

(Aus der Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft).

(Mit 9 Abbildungen.)

Seit etwa 40 Jahren kennt man eine Kräuselkrankheit der Möhrenblätter, welche bei starkem Befall ganz beträchtlichen Schaden anzurichten vermag. Nach den vorliegenden Berichten ist sie in Deutschland aufgetreten auf Sandböden in Westfalen (1), bei Alzey und Worms in Hessen (2,5), in Hinterpommern (3,4); besonders große Schäden scheint sie in Dänemark (6) und Lettland (7) angerichtet zu haben. Dort und auch in Pommern hat sie den Möhrenanbau zeitweilig überhaupt in Frage gestellt. Als Erreger dieser Krankheit ist von S. Rostrup (8) der Blattsauger *Trioza viridula* Zett. festgestellt worden. Ich hatte Gelegenheit, Krankheit und Erreger einige Monate lang zu beobachten.[1]) Obwohl meine Untersuchungen in dieser Zeit nicht abgeschlossen werden konnten, teile ich ihre Ergebnisse hier mit, weil äußere Verhältnisse mich an der Fortführung hindern; ich glaube, die wesentlichsten zu dem Thema erschienenen Veröffentlichungen (6—9) in manchen Stücken ergänzen zu können; zudem dürften die letzteren, in dänischer bezw. lettischer Sprache erschienen, nicht allgemein zugänglich sein, so daß Mitteilung und Erörterung ihrer Hauptpunkte wertvoll erscheint.

Vereinzelte Blattkräuselungen in Form der von Rostrup wiedergegebenen (Abb. 1) wurden 1929 seit Juli auf der Möhrenparzelle des Versuchsfeldes der Zweigstelle beobachtet. Am 15. VII. wurden Imagines, Eier und Larven von *Trioza viridula* ebendort festgestellt.[2]) Wegen des verhältnismäßig späten Beginns der Beobachtungen ist es nicht möglich, anzugeben, wann die Tiere auf das Möhrenfeld eingewandert sind. Eier

[1]) Die Bestimmung der Tiere übernahm freundlicherweise Herr Prof. Dr. G. Enderlein-Berlin.

[2]) Ozols (7) hat die erste Einwanderung der Vollkerfe auf die Möhren im Mai beobachtet.

fanden sich bis Mitte August, Larven bis Ende September, Imagines bis Oktober vor. Im September konnten Imagines auch an anderen Pflanzen, z. B. Obstbäumen beobachtet werden. Während einiger Zeit wurde die Menge vorhandener Imagines durch Fänge mit dem Insektennetz[1]) geprüft. Mit je 160 Doppelschlägen wurde erbeutet

am 10. VIII.	. . .	103 Stück
„ 12. VIII.	. . .	183 „
„ 20. VIII.	. . .	343 „
„ 24. VIII.	. . .	268 „
„ 5. IX.	. . .	114 „

Am 11. IX. wurden viele Paare in Kopula beobachtet. Aus den Befunden geht folgendes hervor: Die Eiablage hat spätestens Anfang Juli begonnen; die Larvenentwicklung der Hauptmasse war Mitte August beendet; die daraus entstandenen Vollkerfe haben kopuliert und sind allmählich vom Möhrenfelde abgewandert, ein Vorgang, der Mitte Oktober beendet war; Eier wurden von der neuen Brut in diesem Jahre nicht mehr abgelegt; es kam also nur eine Generation zur Beobachtung.

Abb. 1. Durch *Trioza viridula* verursachte Kräuselung eines Möhrenblattes. Vergr. etwa 3mal. Nach Rostrup.

Im Jahre 1930 wurden die ersten Imagines am 29. V. auf einer Möhrensamenpflanze gesehen, auf Jungpflanzen am 1. VI. Auf den letzteren fanden sich die ersten Anzeichen der Kräuselung am 3. VI. Die Eiablage begann am 12. VI. an den Samenpflanzen, die Junglarven ließen sich auf diesen erstmals am 17. VI., auf den jungen Pflanzen am 23. VI. beobachten. In dieser Zeit fiel stärkerer Regen, der das Wachstum der Möhren beschleunigte; auch die Kräuselung hatte nunmehr sehr zugenommen und den größten Teil der Pflanzen ergriffen (Abb. 2). Um dieselbe Zeit nahm die Zahl der Vollkerfe ab, um Ende Juli wieder anzuschwellen. Am 17. VII. befanden sich die Larven auf Samenpflanzen meist im 4., auf den einjährigen im 3. Stadium. Ab 23. VII. wurden die Vollkerfe der neuen Generation beobachtet.

Das Ergebnis der Massenfänge mit dem Insektennetz für 1930 ist in Abb. 2 niedergelegt. Die beiden Gipfel der Massenwechselkurve entsprechen auch hier wieder nur einer Generation; der erste Flug besteht aus überwinterten Vollkerfen. Ein Vergleich seiner Stärke mit der des Fluges im Hochsommer 1929 zeigt, daß sehr wesentliche Verluste des *Trioza viridula*-Bestandes bei der Überwinterung wahrscheinlich nicht eingetreten sind. Als Maximum wurden am 20. VIII. 1929 mit 160 Netz-

[1]) Ca. 1 m Umfang der Netzöffnung.

schlägen 343 Tiere erbeutet, am 20. VI. 1930 mit 60 Schlägen 63, d. h. auf 160 Schläge umgerechnet 168; eine Abnahme des Bestandes um die Hälfte im Laufe von 10 Monaten wäre durchaus als geringer Verlust anzusprechen. Bei der Geringfügigkeit des Möhrenanbaues in der näheren Umgebung der Beobachtungsstelle ist auch mit stärkerem Zuflug kaum zu rechnen. In jedem Falle muß der Winter 1929/30 für das Überleben der Möhrenblattsauger günstig gewesen sein; dafür spricht auch die be-

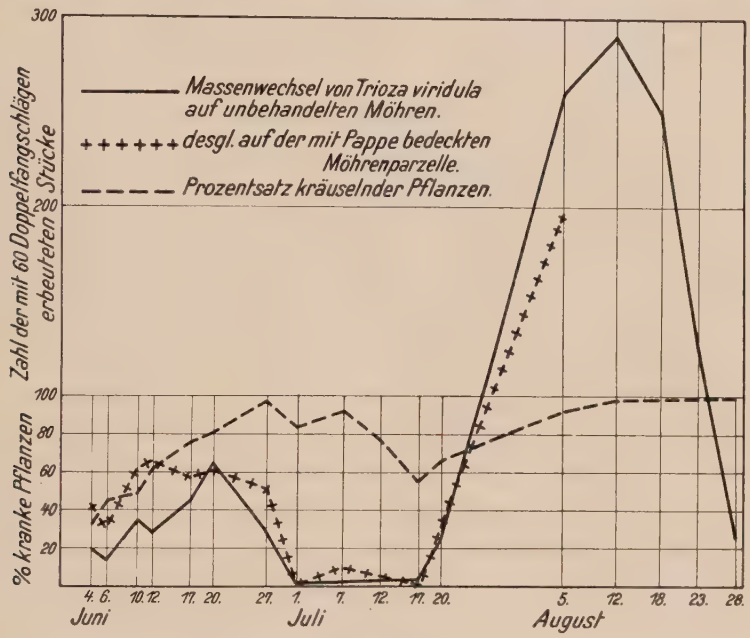


Abb. 2.

trächtliche Befallsstärke des neuen Jahres (vgl. Abb. 2). Der Winter war abnorm warm und ziemlich trocken.

Abweichungen der Temperatur und der Niederschlagsmenge in der nächstgelegenen meteorologischen Station Magdeburg von der Normalen:

Monat	Temperatur in °C	Niederschlagsmenge in %
Oktober	+ 1,5	+ 85
November	+ 1,9	— 29
Dezember	+ 3,4	+ 108
Januar	+ 3,3	— 38
Februar	— 0,2	— 87
März	+ 1,0	— 11

Die Entwicklung der Generation 1930 hat etwa 6 Wochen gedauert, also ungefähr ebenso lange wie im Vorjahre.

Die im Freiland gewonnenen Daten wurden durch die Beobachtung von Einzelkulturen im Gewächshaus ergänzt. Hier schlüpften die Larven

bei durchschnittlich $23^1/_2{}^0$ C etwa 5 Tage nach der Eiablage.[1]) Die gesamte Entwicklung zum Vollkerf dauerte bei durchschnittlich 21° C etwa 35 Tage.[2])

Die in Dänemark über das Auftreten von *Trioza viridula* von S. Rostrup gemachten Angaben lassen sich also auch für Mitteldeutschland bestätigen. Die Daten liegen entsprechend dem wärmeren Sommerklima kalendermäßig etwas zeitiger.

Über die Art der Überwinterung im Freien konnte ich bisher keine Beobachtungen anstellen. Nach den bei Rostrup (6) zusammengestellten Literaturangaben (5, 10, 11, 12, 13) erfolgt sie an Holzgewächsen, z. B. Edeltanne u. a. Coniferen, Hasel. Nach Ozols (7) vermögen die Imagines sich auch im Sommer vom Safte von Tannennadeln zu ernähren. Im Gewächshaus setzen die Vollkerfe die Nahrungsaufnahme an Möhren bis etwa Mitte Dezember fort. Von da an blieben sie, bei sinkender Temperatur, auf der Unterseite der Blätter ruhend sitzen. Auffällig war die dunkelgrüne Färbung der Tiere während der Überwinterung. Zur Fortpflanzung sind sie in keinem Falle mehr geschritten. Ozols (7) teilt mit, im Freilande eine Generation beobachtet, im Laboratorium dagegen 2 Generationen erzielt zu haben.

Abb. 3. Eier von *Trioza viridula* (a) und *Trioza nigricornis* (b). Vergr. etwa 20 mal.

Die Eier werden, wie von Rostrup angegeben, am Blattrande, senkrecht von diesem in der Ebene der Blattfläche abstehend, abgelegt (Abb. 3, bei a). Sie sind etwa 0,3 mm lang, spindelförmig, glänzend gelb, mit einem durchschimmernden roten Fleck. Kurz vor dem Schlüpfen der Larven werden sie orangegelb. Nach Ozols (7) ist das Weibchen imstande täglich 21—38 Eier abzulegen.

Die sehr zarten, gelblichweißen Junglarven suchen sofort die Unterseite der Blätter auf und saugen sich dort fest. Ihre Entwicklung führt im ganzen über 5 Stadien, vgl. Ozols (7). Im 2. Stadium nehmen sie hellgrünliche, noch später grüne bis hellbraune Farbe an. Die roten Augen heben sich von der Grundfärbung deutlich ab. Rings am Rande ihres flachen Körpers tragen die Larven eine dichte Franse glänzender, durchsichtiger Wachshaare (Abb. 5). Sie verlassen die Blattunterseite nur sehr selten, bewegen sich eigentlich nur während der Häutungen, verhalten sich also ähnlich wie Schildläuse, mit denen sie auch bis zum 3. Stadium eine gewisse äußere Ähnlichkeit aufweisen.

[1]) Ozols (7) gibt an, daß die Embryonalentwicklung bei 18—24° C 12 Tage dauert.
[2]) Nach Ozols (7) 27—31 Tage bei 18—24° C.

Die Vollkerfe (Abb. 6) sind nach dem Schlüpfen hellgrün gefärbt, dunkeln aber später nach. In der endgültigen Färbung erscheint der Thorax von oben gesehen hellgelblichgrün, von der Seite hellgrün mit

a *b*

Abb. 4. Larven von *Trioza viridula* (a) und *Trioza nigricornis* (b). (4. Stadium.) Vergr. etwa 10 mal.

bläulicher Tönung, der Hinterleib dunkelgrün. Die Beine sind bis zu den Schenkeln grün, Schienen und Tarsen gelblich gefärbt; gelblich sind auch die Fühler, mit Ausnahme der dunkleren (grau bis schwarz gefärbten) 3 Endglieder; die Farbe der Netzaugen ist hellrötlichbraun, die der Punktaugen rot. Die Flügel sind gelblich getönt.

Im Gegensatz zu den Larven sind die Vollkerfe lebhaft beweglich, laufen und springen auf den Pflanzen herum, fliegen aber nur selten. Sie saugen an der Unterseite der Blätter, die nach etwa 2 Tagen feine gelbliche Punkte zeigen und zu kräuseln beginnen. Ich kann also die Ansicht von Rostrup (6), wonach die Kräuselung eine Folge der Saugetätigkeit von *Trioza viridula* ist, gegenüber der von Löw (14) bestätigen, der die Blattmißbildung als Folge der Eiablage betrachtet. Das wird auch durch die Tatsache bewiesen, daß die ersten Kräuselungen (3. VI.) 1930 vor der ersten Eiablage (12. VI.) beobachtet wurden, ferner durch die Vermehrung

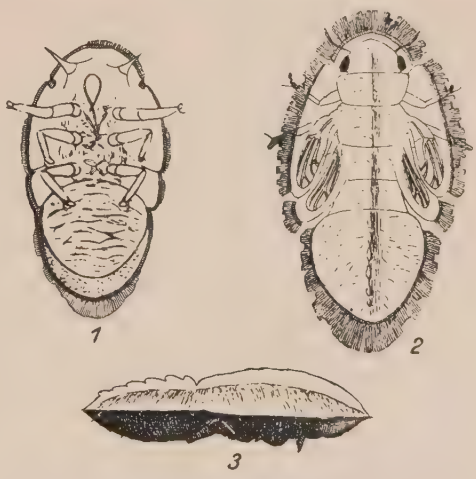


Abb. 5. *Trioza viridula*.
1 Larve, von unten. 2 Nymphe, von oben. 3 Nymphe, von der Seite. Vergr. reichlich 20 mal. Nach Rostrup.

der Blattverbildungen beim Auftreten der jungen Vollkerfe (August 1930, vgl. Abb. 2), die im selben Jahre gar keine Eier mehr ablegen.

Die Larven scheinen erst vom 3. Stadium ab eine Kräuselung hervorzurufen. Diese nimmt mit dem Alter der Larven zu und ist nach Besaugung durch die Vollkerfe am stärksten (vgl. Ozols [7]). Kräuselungen infolge von Larveneinwirkung pflegen nach Entfernung der Tiere vom Blatt wieder vollkommen zurückzugehen. Eine durch die Vollkerfe hervorgerufene Kräuselung ist dagegen nicht heilbar; geht sie bei Ausbleiben weiterer Saugtätigkeit auch etwas zurück (Juli 1930, Abb. 2), so bleibt die Pflanze doch immer geschwächt; das Laub behält eine auffallend dunkle Färbung und stirbt viel später ab, als das normaler Pflanzen. Andererseits ist die Kräuselung nicht auf andere Blätter der Pflanze über-

Abb. 6. *Trioza viridula.* Vergr. etwa 25 mal.

tragbar; nach Aufhören der Besaugung treibt dieselbe gesunde, unverbildete Blätter. Es handelt sich also weder um eine „Viruskrankheit", noch um eine Totalvergiftung der Pflanze.

Um einen zahlenmäßigen Begriff von dem durch *Trioza viridula* verursachten Ernteausfall geben zu können, habe ich 1929 an 2 Tagen je 100 beliebige gesunde und kräuselkranke Pflanzen von der Möhrenparzelle des Versuchsfeldes der Zweigstelle entnommen und ihre Wurzeln gewogen; das Ergebnis folgt in Tabelle 1.

Tabelle 1.

Gewicht von je 100 Wurzeln gesunder und kräuselkranker Möhrenpflanzen.

Datum	Gesunde	Kranke	Mindergewicht der kranken	
	g	g	g	%
8. VIII. 1929	2998	2356	642	21,4
1. IX. 1929.	4960	3230	1730	34,9

Wenn das Ergebnis dieser kleinen Stichprobe auch nicht allzusehr verallgemeinert werden darf, so zeigt es doch deutlich, daß die durch den Möhrenblattsauger hervorgerufenen Beschädigungen sehr ernsten Charakter annehmen können. Insbesondere dürfte das der Fall sein, wenn junge

Pflanzen davon betroffen werden. Nach Rostrup (6) sind im Amt Frederiksborg (Dänemark) um die letzte Jahrhundertwende mehrere Jahre lang aus diesem Grunde völlige Mißernten erzielt worden, ebenso 1922 in Teilen von Lettland nach Ozols (7).

Im Jahre 1930 war der Befall so stark, daß völlig gesunde Pflanzen neben den befallenen überhaupt nicht zu finden waren. Um eine Vorstellung von dem angerichteten Schaden zu erhalten, vergleiche man das Ergebnis des angestellten Bekämpfungsversuches (s. S. 186).

Eine Vorprüfung zur Frage der Sortenanfälligkeit wurde 1929 in der Weise durchgeführt, daß von 4 Sorten der Möhrenparzelle zu 2 verschiedenen Terminen je 10 Pflanzen entnommen und ihre Blätter einzeln nach dem Gesundheitszustande gewertet wurden. Das Ergebnis folgt in Tabelle 2.

Tabelle 2.

Gesundheitszustand der Blätter von je 10 Pflanzen bei 4 Möhrensorten.

Sorte	1. Termin	Blätter			2. Termin	Blätter		
		gesund	gekräuselt			gesund	gekräuselt	
			Zahl	%			Zahl	%
Amsterdamer Treib .	4. VIII. 29	48	28	36,8	1. IX. 29	36	49	57,6
Braunschweiger . .	4. VIII. 29	35	39	52,7	1. IX. 29	14	75	91,3
Pariser Markt . . .	4. VIII. 29	41	57	58,2	1. IX. 29	11	79	87,8
Sudenburger . . .	4. VIII. 29	35	73	67,6	1. IX. 29	14	75	84,3

Amsterdamer Treibmöhren hatten demnach in diesem Jahre einen deutlich geringeren Prozentsatz gekräuselter Blätter als die übrigen Sorten. Sie hatten auch zunächst den geringsten Befall aufzuweisen, wie aus dem Ergebnis einer weiteren Feststellung hervorgeht, bei der ermittelt wurde, wieviel Larven auf den entnommenen Pflanzen saßen (Tab. 3).

Tabelle 3.

Sorte	1. Termin	Zahl der Larven	2. Termin	Zahl der Larven
Amsterdamer Treib	4. VIII. 29	91	1. IX. 29	69
Braunschweiger	4. VIII. 29	109	1. IX. 29	51
Pariser Markt	4. VIII. 29	140	1. IX. 29	26
Sudenburger	4. VIII. 29	304	1. IX. 29	70

1930 waren alle angebauten Möhrensorten (dieselben wie 1929, dazu Nantaiser) bis zu 100% ziemlich gleichmäßig stark befallen.

Während Löw (14) *Trioza viridula* außer auf Möhre auch auf Petersilie und Reuter (11) dieselbe Art in Finnland auf *Anthriscus silvestris* (L.) Hoffm. gefunden hat, gelang es mir nie, die Art während des Sommers auf anderen Pflanzen als auf Möhren im Freien zu beobachten. Im Laboratorium ließ sie sich auch an Petersilie halten.

Neben *Trioza viridula* fand ich auf der Möhrenparzelle mit großer Regelmäßigkeit eine andere *Trioza*-Art vor. Obwohl diese keine Kräuselung hervorrief, halte ich es doch für möglich, daß auch sie in gewissem Maße schädigend auf die Möhre einwirkt. Ich möchte daher nicht unterlassen, einige Beobachtungen über diese Art hier anzufügen. Es handelt sich um *Trioza nigricornis* Foerst.[1])

Das Vollkerf ist mit 4 mm Länge (einschl. Flügel) größer als *Trioza viridula*, die etwa 3 mm mißt. Seine Grundfärbung ist schwarz. Außer gelben Flecken bezw. Bändern an Brust und Hinterleib befindet sich auf der Oberseite des ersten Hinterleibsringes ein querliegender, halbmondförmiger, mattweißer Fleck (Abb. 7). Die Fühler sind in ihrer ganzen Ausdehnung schwarz. Die Beine sind stärker, mit stärkerer und dichterer

Abb. 7. *Trioza nigricornis*. Vergr. 25 mal.

Behaarung als bei *T. viridula*, bis zu den Schenkeln schwarz, Schienen und Füße gelblichgrau. Über sonstige Unterschiede der Schienen und Tarsen beider Arten unterrichtet Abb. 8. Während die Vorderflügel von *T. viridula* eine dichte, feine Punktierung aufweisen, sind die Vorderflügel von *T. nigricornis* nicht punktiert; im übrigen weisen die Flügel wie bei *T. viridula* gelbliche Tönung auf.[2])

Die Eier werden mit einem etwa 0,4 mm langen Stiel an der Unterseite der Blätter, nicht wie bei *T. viridula* am Rande derselben, angeheftet (Abb. 3 b). Sie sind weißlichgelb. Die Entwicklung der Eier dauerte im Gewächshaus bei durchschnittlich $20^1/_2$ ° C 12 Tage.

Die Larven von *Trioza nigricornis* sind etwas größer und breiter als die von *T. viridula* (Abb. 4 b); ebenso wie diese tragen sie um den Körperrand eine Wachsfranse; sie behalten ihre gelblich-mattweiße Färbung bis zum letzten (? 5.) Stadium; erst unmittelbar vor der Häutung zum

[1]) Auch diese Art wurde von Herrn Prof. Enderlein freundlichst bestimmt.
[2]) Eine genaue Beschreibung beider Arten findet sich bei Šulc (13).

Vollkerf färben sie sich etwas bräunlich. Die Larvenentwicklung nahm im Gewächshause bei durchschnittlich 17 ° C 24 Tage in Anspruch. Die Gesamtentwicklung dauerte bei durchschnittlich $18^1/_2$ ° C 36 Tage, scheint also vergleichsweise schneller abzulaufen als die von *T. viridula*.

Dementsprechend lag auch das Hochsommermaximum der Massenentfaltung von Vollkerfen auf der Möhrenparzelle des Versuchsfeldes 1929 früher als bei *T. viridula*. Unter den oben (S. 176) beschriebenen Umständen wurden dort erbeutet:

am 10. VIII. . . .	215
„ 12. VIII. . . .	118
„ 20. VIII. . . .	13
„ 24. VIII. . . .	63
„ 5. IX. . . .	20

Abb 8. Distalende der Schienen und die Füße von
a) *Trioza viridula*, 1. Beinpaar c) *Trioza nigricornis*, 1. Beinpaar
b) „ „ 3. „ d) „ „ 3. „
Vergr. etwa 400 mal.

Imagines von *T. nigricornis*. Die Abwanderung von den Möhren hat also schon in der ersten Hälfte des August eingesetzt. Sie hat aber — dies ist ein wesentlicher Unterschied gegenüber *T. viridula* — zunächst noch nicht ins Winterquartier geführt; so wurden in der Folgezeit, bis spät in den Herbst hinein, Larven auf Petersilie gefunden. Offenbar ist *Trioza nigricornis* eine polyvoltine Art, d. h. sie entwickelt so viele Generationen wie die Witterung es zuläßt, und stellt die Fortpflanzung nur dann ein, wenn tiefe Temperaturen den Ablauf der Lebensfunktionen zeitweilig stillegen. Tatsächlich habe ich bis zum Januar 1930 im geheizten Gewächshaus von den im August eingebrachten Tieren 3 Generationen erzielt: Die Imagines kopulierten unmittelbar nach dem Schlüpfen und begannen bald mit der Eiablage.

1930 trat *Trioza nigricornis* auf der Möhrenparzelle nicht so häufig auf wie im Vorjahre. Mit 60 Fangschlägen des Insektennetzes wurden auf der Möhrenparzelle erbeutet:

vom 4. VI.—12. VII.	0
am 17. VII.	1
„ 20. VII.	3
„ 5. VIII.	23
„ 12. VIII.	29
„ 18. VIII.	25
„ 23. VIII.	2
„ 28. VIII.	0

Imagines. Ein Schluß auf den Massenwechsel soll hieraus nicht gezogen werden; bei der unten näher beschriebenen Polyphagie der Art ist es nicht ausgeschlossen, daß sie wohl zahlreich vorhanden, aber vorwiegend auf anderen Gewächsen zu finden war.

Unterstützt wird der Polyvoltinismus von *Trioza nigricornis* offenbar durch weitgehende Polyphagie. Wie angegeben habe ich diesen Blattsauger außer auf Möhre an der verwandten Petersilie gefunden. Daneben ließ er sich aber auch an dem Stechapfel (Datura), also einem Nachtschattengewächs, feststellen, und Uzel fand ihn auf Beta-Rüben (13); es ist demnach zu vermuten, daß die Reihe ihrer Wirtspflanzen noch weit größer ist. Kräuselungen infolge der Saugtätigkeit von *Trioza nigricornis* habe ich nie gesehen.

Als natürliche Feinde beider Blattsaugerarten habe ich Coccinelliden (*Hippodamia 13-punctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Coccinella 5-punctata* L., *C. 7-punctata* L., *C. 11-punctata* L., *C. 14-punctata* L.), Chrysopiden (1 spec. indet.) und Chalcididen beobachtet[1]). Die Vertreter der ersten beiden Familien fraßen die Larven, freilich nur dann, wenn ihnen keine Blattläuse als Nahrung zur Verfügung standen. Von Chalcididen schlüpften 2 oder 3 Arten der Tribus *Tetrastichini*, darunter *Geniocerus inunctus*[2]) Nees, aus den Larven einer Mischkultur beider *Trioza*-Arten. Am 4. VIII. gesammelte Larven waren zu etwa 14 %, am 1. IX. eingetragene zu etwa 36% parasitiert.

Zur Bekämpfung von *Trioza viridula* sind in Dänemark und Lettland Versuche angestellt worden (6, 7). Rostrup hat 1912 den Befall von 7,3% auf unbehandelten Parzellen durch eine Bespritzung (etwa 2000 kg je ha) mit Petroleumemulsion auf 2,7%, mit Tabaksextrakt von etwa 0,4% Nikotingehalt auf 0,63% gedrückt. In einem anderen Falle wurden gute Ergebnisse mit Tabaksextrakt von 0,1% Nikotingehalt erzielt. Ozols hat Petroleumseifenbrühe (100 g Petroleum, 30 g Seife, 3 l Wasser), Quassiaseifenbrühe (10,8 g Quassia, 10,8 g Seife, 0,9 l Wasser), Tabakseifenbrühe (45 g „sausas tabakas", 10 g Seife, 1 l Wasser) und

[1]) Ozols (14) nennt als natürliche Feinde: *Coccinella 7-punctata*, *C. 5-punctata*, *Chrysopa* spec., *Syrphus* spec., *Bembidium* spec. (Carabidae) und *Tetrastichus* spec. (Chalcididae).

[2]) Von Herrn Kryger, Gentofte (Dänemark), freundlichst bestimmt.

Venetan (I. G. Farbenindustrie) (100 g auf 5 l Wasser) geprüft und die Ergebnisse in Wurzelgewichten der behandelten Pflanzen niedergelegt. Im Durchschnitt wogen dabei 100 Möhren, behandelt mit Tabaksextrakt 1586 g, Petroleumemulsion 1360, Quassiabrühe 1198, Venetan 602, unbehandelt 443 g[1]). Ozols empfiehlt daher die ersten drei Mittel zur Bekämpfung. Ich habe 1929 zunächst die Tötungswirkung einiger Mittel im Laboratorium geprüft. Von Larven beider Trioza-Arten besetzte Pflanzen wurden mit der Lösung bespritzt und am nächsten Tage auf den Gesundheitszustand der Tiere untersucht. Das Ergebnis folgt in Tab. 4:

Tabelle 4.

Wirkung von Spritzmitteln auf die Larven von Möhrenblattsaugern.

Mittel	Wirkung nach 24 Stunden						
	Larven lebend			Larven tot			% tote Larven
	Junglarven	Altlarven	Zusammen	Junglarven	Altlarven	Zusammen	
Dekalit[2]) S 1 %	24	23	47	0	0	0	0,0
„ 2 %	6	14	20	12	2	14	41,2
Vomasol[3]) N 0,5 % . . .	4	12	16	20	0	20	55,6
„ 1 % . . .	0	0	0	15	20	35	100,0
Schmierseife 0,5 %, Petroleum 1 %	0	0	0	44	10	54	100,0

Auf unbehandelten Kontrollpflanzen blieben in der Versuchszeit sämtliche Larven am Leben. Schäden an den Pflanzen sind durch die Bespritzungen nicht entstanden.

1930 wurde je eine Drillreihe am 24. III. ausgesäter Möhrenpflanzen von 3,70 m Länge mit den im Vorjahr bewährten Spritzmitteln und dem staubförmigen Kontaktgift Pomona[4]) zwei- bis dreimal behandelt (Sorte Sudenburger). Daneben wurden entsprechend den Angaben des Versuchsgutes der lettländischen Universität (15), wonach bei Bedeckung der Erde mit Pappe die Möhren von Trioza verschont worden sind, die Beetflächen zwischen 6 Reihen mit Terrex-Pappe[5]) belegt. Das Ergebnis zweier derartiger Versuche folgt in Zusammenstellungen: (Siehe Tabelle 5 auf S. 186.)

Die Reihen wurden zur Sicherung eines exakten Ergebnisses vollständig aufgezogen, im Gegensatz zu dem in der Praxis geübten Verfahren, wobei die kleineren Wurzeln stehen bleiben und nachwachsen können; daraus erklären sich hier die relativ geringen Anteile marktfähiger Ware auch bei den besten Parzellen.

[1]) In diesem Falle betrug also der Minderertrag befallener Pflanzen 72,7 %.
[2]) Deutsche Hydrierwerke A.-G. Rodleben bei Roßlau (Anh.).
[3]) Voma Chem. Werk G. m. b. H. Ahlfeld (Leine).
[4]) Firma O. Stähler, Erbach (Rheingau).
[5]) Firma Malchow A.-G., Staßfurt-Leopoldshall.

Tabelle 5.

Bekämpfungsversuch I.

Mittel	Behandlung	Gekr. Blätter an 10 Pflanzen am 22. VII. %	Larven an 5 Pflanzen am 25. VII.	Geerntet auf 3,70 m Reihe am 24. VII.			
				Wurzeln im ganzen		Verkaufsfähige Ware	
				Zahl	Gew. kg	Zahl	Gew. kg
Vomasol N . .	2mal 10. VI., 25. VI. . .	36,8	4	111	4,175	29	1,935
Vomasol N . .	3mal 10. VI., 21. VI., 25. VI.	41,3	—	75	3,225	28	1,666
Petroleum-Seife-Emulsion . .	2mal 10. VI., 25. VI. . .	65,3	88	56	2,400	17	1,325
Petroleum-Seife-Emulsion . .	3mal 10. VI., 21. VI., 26. VI.	72,3	—	77	3,633	16	1,241
Pomona. . . .	2mal 10. VI., 25. VI. . .	81.2	21	77	3,100	28	2,025
Pomona. . . .	3mal 10. VI., 21. VI., 26. VI.	45,3	—	58	2,850	22	1,758
Pappe-Bedeckung	—	60.4	130	86	3,800	31	2,274
Unbehandelt . .	—	95,0	517	69	1,684	4	0,276

Im ganzen zeigt sich, daß es durch alle Mittel gelungen ist, einen ganz erheblichen Mehrertrag zu erzielen, obwohl der Anteil gekräuselter Blätter bei allen behandelten Parzellen noch einen erheblichen Prozent-

Abb. 9. Ernteertrag der beiden besten behandelten und der unbehandelten Reihe des Bekämpfungsversuches. (Vgl. Tab. 5.)

satz ausmacht. Von den chemischen Mitteln hat Petroleum-Seife-Emulsion die geringste Tötungswirkung und Erntevermehrung zur Folge gehabt.

Auffällig ist das Verhalten der mit Pappe bedeckten Parzelle. Der Ertrag an marktfähiger Ware ist hier am höchsten, obwohl sich *Trioza viridula* keineswegs durch die Pappbedeckung vom Besuch der Möhren abhalten ließ (vgl. Abb. 2). Andererseits war das Laub hier unverkennbar schwächer gekräuselt und, wie bei den mit chemischen Mitteln behandelten Reihen, auch heller gefärbt als das krankhaft dunkelgrüne der

unbehandelten Parzellen. Offenbar war das Wachstum der Pflanzen durch die günstigen Bodenbedingungen wesentlich gefördert, und die Schwere der Erkrankung ist die Resultante aus den Komponenten Stärke des Befalls und Wachstumsgeschwindigkeit. Die Eiablage ist übrigens auf den Pappeparzellen sicher geringer gewesen als auf den unbehandelten; das ergibt sich aus der auf $^1/_4$ herabgesetzten Zahl vorhandener Larven (Tab. 5). Vielleicht bildet auch hierfür die üppige Laubentwicklung, die die Imagines in der Beweglichkeit gehemmt haben mag, eine Erklärung.

Eine Gegenüberstellung der Gesamtwerte von je 3,70 m Reihe der beiden besten und der unbehandelten Parzellen gibt Abb. 9.

Um einen Begriff der Wirtschaftlichkeit der hier verwendeten Mittel zu geben, sind im folgenden die verwendeten Mengen und deren Preis verzeichnet, und zwar für zweimalige Behandlung, da die dreimalige keine Mehrerträge gegenüber der letzteren gebracht hat.

Tabelle 6.

Wirtschaftlichkeit von Bekämpfungsmitteln bei der Möhrenblattsaugerbekämpfung (für 3,70 m Reihe berechnet).

Mittel	Preis der Verkaufseinheit	Verbrauch an Menge	Verbrauch an Wert RM	Mehrertrag in kg (abgerundet)	Wirtschaftlichkeit bei einem kg-Preis der Möhren von RM
Vomasol N . .	50 ccm : 1,35 RM	6,75 ccm	0,18	1,7	0,11
Petroleum . .	1 l : 0,45 „	6,75 ccm	0,005	1,0	0 005
Seife	1 kg : 0,80 „	3,38 g			
Pomona . . .	1 kg : 1,10 „	30 g	0,03	1,7	0,02
Terrex-Pappe .	1 qm : 0,30 „	1,48 qm	0,44	2,0	0,22

Aus der Zusammenstellung geht hervor, daß in dem untersuchten Falle nur die beiden Mittel mit der geringeren absoluten Wirksamkeit rentabel gewesen sind (kg-Preis der Möhren zur gegebenen Zeit tatsächlich etwa 0,04 RM). Bei der Berechnung für die Pappebedeckung wäre gegebenenfalls noch eine Korrektur anzubringen für mehrfachen Gebrauch desselben Materials und Ersparnis an Hackarbeit; die Behandlung würde infolgedessen tatsächlich wohl etwas billiger sein als berechnet, die Rentabilitätsgrenze aber trotzdem sicher überschreiten. Zu berücksichtigen ist außerdem die abnorme Höhe des Befalls, der zur gleichen Zeit nirgends in der Nachbarschaft in derselben Stärke beobachtet wurde; sie hat die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Mittel für unseren Fall wohl gesteigert. Es ist natürlich möglich, daß bei weiterer Untersuchung noch günstiger sich stellende Mittel gefunden werden als hier die Petroleum-Seife-Emulsion.

Ein zweiter, in derselben Weise angelegter Versuch, bei dem die Behandlung (am 29. VI., 22. VII. und 18. VIII.) und die Ernte (am 28. VIII.) später erfolgte, zeitigte ein annähernd gleiches Ergebnis.

Tabelle 7.

Bekämpfungsversuch II.

Gewicht der Möhrenwurzeln auf je 1 Reihe von 3,70 m Länge in kg.

	Vomasol N	Petroleum-seifen-emulsion	Pomona	Papp-bedeckung	Unbehandelt
1 mal behandelt	4,650	4,200	4,200	4,375	2,250
2 mal „	5,200	3,250	4,600		
3 mal „	4,670	3,850	5,130		

Literatur.[1])

1. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925. Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt Heft 32, 1927.
2. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1911. Berichte über Landwirtschaft (Reichsamt des Innern) Heft 30, 1914.
3. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1921. Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt Heft 29, 1926.
4. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen in den Jahren 1922—1924. Mitt. a. d. Reichsanstalt Heft 30, 1926.
5. Zacher, Die Kräuselkrankheit der Mohrrübe. Mitt. Kais. Biol. Anst. Land- und Forstwirtschaft Heft 12, 1912, 31.
6. Rostrup, S., Gulerods-Krusesyge, foraarsaget af Gulerods-Bladloppen (*Trioza viridula*). Tidsskr. Planteavl 27, 1921, 617—630 (mit englischer Zusammenfassung).
7. Ozols, E., Zala burkanu lapu uts (*Trioza viridula* Zett.) Riga 1925.
8. Rostrup, S., Nogle Jagttagelser angaaende Skadedyr i 1907 og 1908. Tidsskr. Planteavl 16, 1910.
9. Rostrup, S., Om Krusesyge i Gulerødder og Korsblomstrede Kulturplanter. Ber. om Nord. Jordbrugsforsk. For. Kongres i København, Juli 1921.
10. Reh, L., Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Aufl., Bd. 3, 1913 (S. 649).
11. Reuter, O. M., Til kännedom af Sveriges Psyllider. Svensk Entom. Tidsskr. 1880, S. 150.
12. Kaltenbach, J. H., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten, 1874, S. 638.
13. Šulc, K., Monographia generis Trioza Foerster. Sitzber. Böhm. Ges. Wiss. Prag. Math. Natur. Kl. 1910, XVII.
14. Löw, F., Übersicht der Psylliden von Österreich-Ungarn. Verhandlgn. der Zool. Bot. Ges. Wien 1888.
15. Papierdecken bei den Kulturen (spanisch). Bol. Soc. nac. Agricult. 60, 1928, 791—796. Ref. in Gartenbauwiss. 2, 1929, 101.

[1]) Anmerkung bei der Korrektur: Erst nach Abschluß meiner Untersuchungen (Herbst 1930) kam mir die in schwedischer Sprache verfaßte ausführliche Arbeit von O. Lundblad (Medd. Nr. 350 från Centralanst. för försöksv. på jordbruksområdet. Lantbruksentomologiska avd. Nr. 55, 1929) über das gleiche Thema zur Kenntnis. L. berichtet über schwere Schäden durch Möhrenblattsauger in Südschweden. Er gibt eine genaue Beschreibung und Bilder von dem Schädling und seinen Entwicklungsstadien. Das gleichzeitige Vorkommen von *Trioza nigricornis* hat er ebenfalls beobachtet, und er beschreibt die Eiablage, die er nur auf *Brassica* gesehen hat. Bei Bekämpfungsversuchen hat L. ein ähnliches Ergebnis insofern erzielt, als die als wirksamst erkannten Nikotinpräparate wegen Unwirtschaftlichkeit ausscheiden müssen. Als das wirtschaftlichste Mittel bezeichnet L. Quassia und empfiehlt zweimalige Behandlung: unmittelbar nach Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen und 1—2 Wochen später.

Kleine Mitteilungen.

Ein einfaches Biocönometer zur Auszählung der Insektenfauna der Grasdecke.

Von N. Konakow und Z. Onissimowa.

(Aus dem Entomologischen Institut der Universität und der Naturwissenschaftlichen Abteilung des Landeskundlichen Bezirksmuseums zu Woronesh, U. S. S. R.)

Bei der Untersuchung der Insektenfauna der Zone der Stipasteppen, die dem südlichen Typus angehören und sich im Südosten des Gouvernements Woronesh finden (2), waren wir zur genaueren Charakterisierung der Fauna genötigt, eine quantitative Auszählung verschiedener Biocönosen durchzuführen. Die uns bekannten Vorrichtungen zur Abzählung der auf der Erdoberfläche befindlichen Wirbellosen, das Biocönometer von Baskina und Friedmann (1) und das Biocönometer von Stantschinsky,[1]) befriedigten uns nicht. Das erstere ist zur Entnahme kleiner Beobachtungsstellen gleichzeitig mit dem dazugehörigen Boden eingerichtet, setzt das Vorhandensein eines Laboratoriums zum Herausfangen der gesammelten Tiere voraus und ist für Forschungsreisen und ökologische Arbeit im Felde unbequem. Das letztere, das nach dem Grundsatze des Photoeklektors arbeitet und aus einem eisernen und fünf hölzernen mit einem Drahtnetze versehenen Rahmen besteht, ist zu umfangreich und eignete sich ebenfalls nicht für unsere Zwecke. Außerdem ist diese Vorrichtung unseres Erachtens auch deshalb für mißlungen zu halten, da sie nach dem Grundsatze des Photoeklektors arbeitet. Theoretisch müssen alle fliegenden und springenden Insekten in die Büchse des Biocönometers gesammelt werden, tatsächlich aber geht ein gewisser Prozentsatz von den *Cicadina*, *Halticini* und *Acridoidea* niemals ganz an das Licht und zieht es vor, zwischen den Pflanzen im Innern des Biocönometers zu verbleiben oder an den Wänden desselben umherzuhüpfen. Bei der weiteren, nach der Beendigung der Sammelwirkung des Photoeklektors, auszuführenden Entnahme dieser Insekten mit der Hand, entgeht ein Teil der sehr beweglichen Tiere der Auszählung.

Bei der Konstruktion unseres Biocönometer-Typs schwebte uns als Ziel die Berücksichtigung folgender Punkte vor: Das Instrument mußte größte Genauigkeit der Auszählungen ermöglichen, sich für Mitnahme und für Untersuchungen auf Forschungsreisen eignen, also nicht zu umfangreich sein und ferner keines besonderen Laboratoriums zur Entnahme des Beobachtungsmateriales benötigen.

Die Grundlage unseres Biocönometers bildet ein aus Schmiedeeisen hergestellter quadratischer Rahmen. Jede innere Rahmenseite ist 50 cm lang und 10 cm hoch. Der untere Rahmenrand ist so scharf als möglich zugeschliffen, der obere nach außen so abgebogen, daß eine ungefähr 1 cm breite Kante von ihm gebildet wird. Von außen sind zwei Griffe an zwei parallelen Rahmenseiten angebracht. Die mit einem solchen

[1]) Demonstriert von Prof. W. W. Stantschinsky in der IV. allrussischen Versammlung der Zoologen zu Kijew am 7. Mai 1930.

Rahmen zu bedeckende Fläche beträgt 0,25 qm. Das geringe Gewicht des Rahmens von ca. 4 kg gestattet denselben ohne Schwierigkeit von einem Platze auf einen anderen zu übertragen.

Der zweite wesentliche Teil des Biocönometers ist ein ca. 170 cm langer bodenloser Sack (die Sacklänge hängt von der Größe des Untersuchers ab), dessen Durchmesser ein wenig größer als der Umfang des Rahmens des Biocönometers ist. Der untere Sackteil (65—70 cm) ist aus weißer Leinwand oder Kaliko gefertigt, der obere aus Marli genäht. Diese läßt eine größere Licht- und Luftmenge durch, was bei der Arbeit sehr wichtig ist. Der untere Sackrand wird gesäumt und in den Saum ein breites, kräftiges Gummiband eingezogen, welches die Öffnung zusammenzieht.

Vor dem Gebrauch wird der untere mit dem Gummiband versehene Sackrand ausgedehnt und auf den oberen Rahmenteil oberhalb der Griffe unter der Abbiegung des Rahmens angezogen. Diese bewirkt, daß der Sack beim Arbeiten nicht vom Rahmen abrutscht. Dann wird der Sack mit einer Schnur in halber Höhe unterbunden, und zwar an der Übergangsstelle der Leinwand in die Marli. Die in dieser Weise hergestellte Vorrichtung wirft man auf das gewählte Plätzchen und läßt die scharfen Ränder des Biocönometers in die Erde eindringen, indem man mit dem ganzen Körpergewicht auf die Abbiegung und die Griffe drückt. In Südrußland wird die oberflächliche Bodenschicht auf den Steppenabhängen mit südlicher Exposition bei dauernder Dürre sehr hart und uneben. In solchen Fällen muß man, nachdem man den Rahmen aufgeworfen hat, den Boden längs der äußeren Wände des Biocönometers mit einem Messer oder einem Stemmeisen, wie es die Botaniker verwenden, durchschneiden. Zur weiteren Arbeit steckt der Untersucher den Kopf und die Hände in den oberen Sackteil und sein Helfer bindet den Sack in der Brust- oder Gürtelhöhe zu. Dann wird die Schnur, die den Sack in seiner Mitte vor dem Kopf des Untersuchers abschließt, gelöst, und der Untersucher wird nunmehr in das Biocönometer eingeschlossen. Vom Zeitpunkt des Aufwerfens des Biocönometers an bis zur Beendigung der Untersuchung steht somit das auszuzählende Plätzchen keinen Augenblick mit seiner Umgebung in Verbindung. Ehe der Untersucher eingebunden wird, hat er in die Hände zu nehmen: Vorrichtungen zur Abtötung der Insekten, Probiergläser mit Spiritus, eine Pinzette, eine Schere zum Abscheren der Pflanzensträucher, einen Pinsel zum Sammeln von kleinen Insekten und einen Exhaustor. Dieser beschleunigt und erleichtert bedeutend die Arbeit bei dem Herausnehmen von springenden Insekten, z. B. von den *Cicadina*, *Halticini* und anderen. Die übrigen Tierchen werden mit der Hand herausgenommen, den Schutt aber und die trockenen Pflanzenreste kann man im Säckchen sammeln und später mit Pliginskys Photoeklektor (3) bearbeiten. Wir selbst sortierten die abgeschnittenen Pflanzen und den Schutt in den meisten Fällen innerhalb des Biocönometers an einer von den Sackseiten, an dessen weißer Oberfläche die kleinen Tiere gut zu bemerken sind. Nach der Beendigung der Entnahme wird von Gehilfen, ehe er die Sackverschnürung löst, die Kleidung des Beobachters durch die durchsichtige Marli sorgfältig beobachtet, um jeden Verlust zu vermeiden. Auf diese Weise wurde von uns je nach dem Reichtum an Tieren und der Dichte des Grasbestandes in den Steppenbiocönosen eine Probefläche von $^1/_4$ qm im Laufe von 40 Minuten bis zu 3 Stunden auf ihre Faunenzusammensetzung hin untersucht.

Wir zählten dabei alle auf der Oberfläche befindlichen Tiere, sowohl die der Grasdecke, als auch jene des toten Grasfilzes. Die Auszählung der Bodenfauna gehörte nicht zu unseren Aufgaben, doch kann man erforderlichenfalls ein vollständiges Bild derselben nach Horizonten gewinnen. Die Flächengröße von $^1/_4$ qm halten wir für die bequemste, da man auf noch kleineren Plätzchen, z. B. solchen von einem Quadratdezimeter, nicht einmal einen kleinen Stiparasen, geschweige denn einen großen, unterbringen kann.

Das beschriebene Biocönometer wendeten wir wiederholt zur Auszählung der Insektenfauna der Steppenbiocönosen an. Es eignet sich ohne Zweifel aber ebensogut auch zur quantitativen Bestimmung der Fauna der Grasdecke in Wäldern, Wiesen und

bearbeiteten Feldern. In jenen Fällen, wo die Grasdecke eine Riesenhöhe hat (z. B. erreicht das Gestrüpp von *Angelica archangelica* L., *Urtica dioica* L., *Carduus crispus* L. im Überschwemmungsgebiet der Wälder des Gouvernements Woronesh eine Höhe von zwei Metern), müßte man die Sacklänge des Biocönometers entsprechend vergrößern.

Zum Schluß möchten wir noch der Woronesher Gesellschaft der Naturforscher, die uns die Mittel zur Ausführung der beschriebenen Arbeit zur Verfügung stellte, unsern wärmsten Dank aussprechen.

Literatur.

1. Baskina, V., and Friedmann, G., A statistical investigation of the animal components of two associations in the Kama flood-plain. — Travaux de l'Institut des recherches biologiques et de la station Biologique à l'Université de Perm. T. I, livr. 2—3, S. 183—295, 1928, Perm. (Russisch, Zusammenfassung englisch).
2. Konakow, N., und Onissimowa, Z., Ein Versuch der bei einer Exkursion gewonnenen Charakteristik der Stationen der südlichen Hälfte des Bogutscharer Kreises vom Gouvernement Woronesh d. U. S. S. R. (Russisch, Zusammenfassung deutsch; im Druck).
3. Pliginsky, V. G., Un photeclecteur simplifié. — Revue Russe d'Entomologie, X, 1910, S. 123—124 (Russisch).

Ein Beitrag zur Eiablage der *Theobaldia annulata*.

Von Ernst Teubner-Tredmerski.

Während *Anopheles maculipennis* bei halbwegs günstigen Bedingungen, d. h. genügender Temperatur seine Eier auf Wasser mit oder ohne Bewuchs ablegt, geschieht dies nicht so ohne weiteres bei *Theobaldia annulata*. Ich versuchte daher nun 1929 denjenigen Faktor, welcher für die Eiablage von *Th. annulata* entscheidend ist, zu finden und hatte dabei beobachtet, daß die Temperatur nicht das Maßgebendste war. Ich hielt die Mücken bei 10—12° C im Keller und 18—20° C in einem Raum des Warm- und Kalthauses. Als Blutspender diente ein Meerschweinchen und als Brutwasser Leitungswasser. Die Mücken starben aber ohne Eier abzulegen.

Im März 1930 begann ich systematisch die Versuche zu wiederholen. Ich stellte nun in einen 45 cm langen Käfig 3 Schalen von 12 cm Durchmesser und 3,5 cm Höhe. Die Versuche wurden in den oben erwähnten Räumen gemacht. Die 3 Schalen enthielten: Die 1. Schale klares Wasser, die 2. Schale Wasser mit Bewuchs und die 3. Schale eine ältere Heuinfusion. Die Tiere legten ihre Eier nicht ab. Ich machte daher noch eine 4. Schale mit Wasser und altem Laub (Buche) zurecht. Die Ergebnisse fasse ich tabellarisch wie folgt zusammen:

1930	Klares Wasser	Wasser mit Bewuchs	Heu-infusion	Laub
16. März	—	—	—	2
17. „	—	—	3	6
18. „	—	—	5	9
19. „	—	—	2	10
20. „	—	—	—	12

(Wassertemperatur 9° C.)

Am 20. März wurde der Versuch umgestellt und zwar so, daß die Schale mit Laub herausgenommen und durch ein Schälchen von 4,5 cm Durchmesser mit Buchenlaub ersetzt wurde. Das Ergebnis war:

1930	Klares Wasser	Wasser mit Bewuchs	Heu-infusion	Laub
21. März	—	—	3	7
22. „	—	—	4	8

Am 23. März wurde nun die Schale mit der Infusion und das Schälchen mit Laub entfernt. Das Ergebnis war:

1930	Klares Wasser	Wasser mit Bewuchs
24. März	—	—
25. „	—	—
26. „	—	—
27. „	—	—

Am 28. März wurde in den Käfig eine Schale mit Wasser und frischem Laub hineingestellt und die anderen Schalen entfernt, jedoch auch zunächst ohne Erfolg. Das Ergebnis war:

29. März	—
30. „	—
31. „	—
1. April	16
2. „	12

Nach meiner Überzeugung liegt dies Ergebnis daran, daß die Zersetzung der Laubinfusion am 3. Tag den Schwellenwert erreichte, der für die *Theobaldia annulata* das Optimum bedeutet. — Die *Theobaldia* stammen aus Hittfeld, Börnsen und Escheburg. Zum großen Teil Orten, die mehr oder weniger von Wäldern umgeben sind. Die Tümpel enthielten, wenn auch nicht ausschließlich, so doch zum großen Teil Laub. In diesem Jahr (1931) brachte eine oberflächliche Prüfung dieselben Ergebnisse. Bemerkenswert war folgender Versuch:

6 Anopheles maculipennis und *6 Theobaldia annulata* aus Bülkau wurden in einen Käfig gebracht und mit 2 Schalen versehen. Die erste Schale enthielt Wasser und die zweite Wasser mit Heu. Das Ergebnis war: *Anopheles* legte seine Eier in die Schale mit Wasser, während *Theobaldia* ihre Schiffchen in die mit Heu versehene Schale ablegte. Die Temperatur war 18—20° C.

Das Gesamtergebnis der Untersuchung ist nun folgendes:

1. *Theobaldia annulata* legt in der Gefangenschaft ihre Eier nicht so ohne weiteres ab wie *Anopheles*.

2. Die Temperatur des Wassers spielt bei der Eiablage eine untergeordnete Rolle gegenüber dem Nährstoffgehalt des Brutwassers. Laub und Heuinfusion werden bevorzugt, jedoch darf letztere nicht so alt sein.

3. In der Gefangenschaft spielt die Größe des Brutgefäßes keine Rolle.

4. Bei *Theobaldia* bestimmt der chemische Sinn die Wahl des Platzes für die Eiablage.

Herrn Prof. Martini danke ich für das freundliche Interesse, das er dieser Untersuchung entgegengebracht hat.

Tier und Pflanze in Symbiose. [1])

Von Anton Koch (Breslau).

Wie sehr sich im letzten Dezennium unser Wissen über das symbiontische Zusammenleben von Tieren mit pflanzlichen Mikroorganismen erweitert hat, beweist die 2. Auflage des Buchnerschen Symbiosewerkes, das in völlig neuem Gewande und auf das Doppelte des früheren Umfangs angewachsen, nunmehr vorliegt. Während sich die 1. Auflage lediglich auf die Endosymbiosen beschränkt, mußte entsprechend der Einfügung weiterer Kapitel über die meist inzwischen neu entdeckten und nicht minder interessanten extrazellularen Symbiosen der alte Titel des Buches umgeändert werden.

Nachdem in dem einleitenden Kapitel „Teilgebiete der Symbioseforschung und ihre Geschichte" ein Gesamtüberblick über das Forschungsgebiet geboten wird, behandelt Verf. im 1. Hauptabschnitt „Die Symbiosen mit Algen und Cyanophyceen." Manch wertvolle Angaben aus neueren Arbeiten wurden diesem Kapitel eingefügt. Erstmalig werden hier Mitteilungen über die Algensymbiosen der Rotatorien (Vargas), der Zoantharien (Seifert) und Turbellarien (Gimmler) veröffentlicht. Den trefflichen Untersuchungen Haffners, Goetschs, Pringsheims u. a. verdanken wir unser Wissen über den feineren „Bau und Systematik der Algensymbionten" und „Über die Stoffwechselbeziehungen des Konsortiums". Wertvolle Aufschlüsse über die Bedeutung der pflanzlichen Partner geben Experimente über künstliche Aufhebung und Schaffung von Algensymbiosen.

Vollkommen neu ist der Abschnitt über „Die Symbiosen mit Pilzen und Bakterien". in der erstmalig ältere und neueste Angaben über Pilzzucht der Insekten, über die Ambrosiagallen, die Gärkammern der Lamellicornier und die Darmprotozoen der Termiten und Herbivoren unter einheitlichen Gesichtspunkten verarbeitet sind. Die Pilzzucht der Ameisen und Termiten, die Ambrosiazucht der holzbrütenden Borkenkäfer, die extremen Anpassungserscheinungen der vorwiegend tropischen Platypodiden an das Zusammenleben mit Pilzen, sind alles Fälle, die insofern eine Sonderstellung einnehmen, als die Pilze gleich Kulturgewächsen in geeigneten Nährmedien gezüchtet werden. Beim Werftkäfer und den Siriciden, ebenfalls Ambrosiazüchtern, konnte Verf. selbst die bis dahin rätselhafte Überimpfung der Pilze durch die Entdeckung besonderer Übertragungsapparate (Pilzspritzen der Holzwespen, Legeapparattaschen von *Hylecoetus*) klären. Ziemlich locker ist die symbiontische Verknüpfung mit den Mikroorganismen bei den Larven der phytophagen Lamellicornier und der Tipuliden, bei denen der Enddarm mächtige bakterienbesiedelte „Gärkammern" besitzt. Hier schließen sich noch die Flagellaten des Termitendarmes an, denen nach Cleveland eine eminente Rolle für die Holzverdauung zukommt, und die Ciliaten im Darmkanal der Herbivoren, sowie die Darmbakterienflora der Vögel und Säuger. — Eine Überleitung zu den „Erblichen Endosymbiosen bei Insekten mit pflanzlicher Kost", die im nächsten Kapitel abgehandelt werden, stellt gewissermaßen *Phorbia*, eine Anthomyide (*Diptera*) dar, von der wir eine geregelte Übertragung von Fäulnisbakterien auf gesundes Pflanzengewebe (Schwarzbeinigkeit der Kartoffeln) kennen lernen.

Höchst eigenartige und von Fall zu Fall verschiedene Übertragungseinrichtungen gewährleisten die Vererbung der Symbionten auf die Nachkommenschaft bei all den sich hier anschließenden Insektensymbiosen, die an Kompliziertheit alle bisher genannten Fälle weit übertreffen. Je nach der Ernährungsweise lassen sich mehrere Kategorien unterscheiden. In Holz, Moder, Samen oder Blättern minierende Insekten machen den Anfang dieser Reihe. Eng an den *Phorbia*-Typ lehnen sich die Trypetiden, Tyliden

[1]) Paul, Buchner, Tier und Pflanze in Symbiose. Zweite völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage von „Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose." 336 Abb. XX und 900 S. Berlin, Bornträger, 1930. Geb. 103. 20 RM.

(*Micropeza*) und die Lagriiden insofern an, als die symbiontischen Bakterien noch extrazellular im Wirtskörper untergebracht sind. Die Wohnstätten der Bakterien sind in diesen Fällen bei der Larve andere, wie bei der Imago; die Eibeschmiereinrichtungen (Enddarmkrypten der Trypetiden, Legeapparattaschen der Lagriiden) stellen eine vom Einfachen zum Komplizierten aufsteigende Reihe dar. Ähnliche Einrichtungen zum oberflächlichen Beschmieren der Eischale (Vaginaltaschen und Intersegmentalschläuche), wie sie *Hylecoetus* und die Lagriiden besitzen, treffen wir bei den Anobiinen an, welche sämtlich am Anfang des Mitteldarms traubige Blindsäcke besitzen, die intrazellular Saccharomyceten beherbergen. Aber auch bei den Bockkäfern stoßen wir auf entsprechende Hefebesiedelte Organe, die von Fall zu Fall wiederum variieren. — Bei den Curculioniden schließlich, die zum Teil dieselbe Lebensweise führen, lernen wir die interessantesten derartigen Einrichtungen kennen, mit deren Studium Verf. derzeitig noch beschäftigt ist, und über die er hier erstmalig ausführlich berichtet. Mit den Cerambyciden und Anobiinen lassen sich nur die Cleoniden mit ihren Bakterienorganen am Mitteldarm und ihren komplizierten Bakterienspritzen vergleichen. *Hylobius* dagegen besitzt kompakte Larvalorgane, die gürtelförmig den Anfangsteil des Mitteldarms umgreifen. Wieder anders verhalten sich die *Calandra*-Arten, deren Larven ein unpaares ventrales Mycetom besitzen, das mit der Verpuppung schwindet, während dafür in der Imago isolierte bakteriengefullte Zellennester am Mitteldarm auftreten. Sehr interressant sind die Apioniden, die teils paarige Organe (höchstwahrscheinlich modifizierte malpighische Gefäße!), teils scharf umschriebene Bezirke im Fettgewebe, oder Zellen der malpighischen Gefäße mit Bakterien besiedelt haben. Hervorzuheben ist schließlich noch, daß bei den Apioniden Ovarialinfektion vorliegt (inzwischen hat sie der Verf. auch bei allen anderen Rüsselkäfern gefunden). — Angaben über weitere Symbiosen der Coleopteren (Buprestiden — Blindsäcke am Mitteldarm, der Lyctiden, Cucujiden — Mycetome im Fettkörper der Larve und Imago, Tenebrioniden — Bakteriocyten im Fettkörper) und Lepidopteren (die xylophagen Schmetterlingsraupen müssen aus der Liste der Symbiontenträger gestrichen werden!) beschließen diesen Abschnitt.

„Die Symbiosen bei Pflanzensäfte saugenden Insekten" stehen seit ihrem Entdeckungsjahr (1910) im Zentrum der modernen Symbioseforschung. So ist es nicht zu verwundern, daß gerade dieser Abschnitt viel des Neuen enthält. Die heteropteren Wanzen (bakterienbewohnte Ausstülpungen des Mitteldarms in den verschiedensten Varianten — Übertragung durch Besudelung der Eischale mit Bakterien aus dem Enddarm) und vor allem die Homopteren sind seither eingehend studiert worden. Unter den letzteren sind vor allem die Cicaden hervorzuheben, die zweifellos die interessanteste Gruppe darstellen. Vom einfachsten Typ mit nur einem Symbionten bis zu den komplizierten Fällen, wo viererlei Mikroorganismen getrennt in vier verschiedenen Organen lokalisiert sind, gibt es die mannigfachsten Übergänge. Besondere Infektionsformen werden streng lokalisiert (Infektionshügel) in den Mycetomen gebildet, und da wo mehrere verschiedene Symbionten vom Wirt beherbergt werden, infizieren dieselben gemeinsam zu gleicher Zeit und am selben Ort das Ovarialei. Auch die Aphiden, Diaspinen, Lecanien, Astrolecanien, Tachardinen, Coccinen u. a. sind seither eingehend zum Teil auf breiterer Basis studiert worden.

Die „Symbiosen bei omnivoren Insekten" beschränken sich lediglich auf 2 Fälle: Die Blattiden und die Ameisen. Beide Male werden Bakterien vom tierischen Partner beherbergt. Mycetocyten im Fettkörper bei den Blattiden, im Mitteldarmepithel bei *Camponotus*. Mehr oder weniger frühzeitig einsetzende Ovarialinfektion ist beiden gemein.

Sehr reizvoll ist auch das Kapitel der Blutsaugersymbiosen, das insofern innig mit den Fragen der medizinischen Bakteriologie verknüpft ist, als ein Teil der in Betracht kommenden Symbionten höchstwahrscheinlich zu den Rickettsien zu zählen ist. Die Hirudineen, die intrazellular in den Ösophagusdrüsen Bakterien enthalten, die Acarinen, welche teils in Mycetomen (Gamasinen), teils in Zellen der malpighischen Gefäße die pflanzlichen Inwohner bergen, sind nicht minder interessant als die Pupiparen (deren

Darmepithel regionär dicht von Bakterien besiedelt ist — *Melophagus*) und Glossinnen (Symbionten in verdickten Inseln des vorderen Mitteldarmepithels), die ihre Symbionten mit dem Milchdrüsensekret an die intrauterin heranwachsenden Larven verfüttern. Während in der 1. Auflage des Buches nur sehr lückenhafte Angaben über die Symbiose der Cimiciden und Pediculiden gemacht werden konnten, liegt heute der symbiontische Zyklus der Bettwanze und der Läuse vollkommen klar. Untersuchungen neueren und neuesten Datums trugen wesentlich zur Abrundung dieses Kapitels bei. Erstmalig veröffentlicht werden hier hier die Beobachtungen Jaschkes an Ichthyobdelliden, Ries' an Läusen, Pfeiffers an Cimiciden und Aschners an Pupiparen. Ältere Angaben von Schaudinn u a. über Symbionten in den Ösophagusdivertikeln der Culiciden haben sich als irrig erwiesen.

Ganz extreme Nahrungsspezialisten sind die Mallophagen, die sich vorzüglich von Keratin ernähren und die nicht nur ökologisch, sondern auch symbiontisch engste Beziehungen zu den Läusen aufweisen. Wie die meisten Pediculiden besitzen z. B. nur die Männchen von *Lipeurus baculus* die Symbionten in den Mycetocyten zwischen Hypodermis und Fettkörper, während die Mycetocyten im weiblichen Geschlecht nur im Larvenstadium zu finden sind, später aber beim Aufbau der Ovarialampullen, der Infektionseinrichtung, restlos verbraucht werden. Liegen die Leistungen der Symbionten bei der langen Reihe der eben aufgeführten Kategorien höchstwahrscheinlich auf ernährungsphysiologischem Gebiet, so stehen bei den Leuchtsymbiosen vor allem ökologische Momente (gegenseitige Anlockung der Geschlechter, Köterung der Beutetiere usw.) im Vordergrund. Am besten durchgearbeitet sind wohl die Pyrosomen, welche die lichtspendenden Bakterien in zwei Zellplatten zu beiden Seiten der Ingestionsöffnung bergen, deren symbiontischer Zyklus vom Verf. und Pierantoni völlig klargelegt wurde. — Unter den Fischen kennen wir heute zahlreiche Vertreter, deren bakterienbewohnte Leuchtorgane drüsigen Charakter besitzen, die entweder am unteren Rand der Orbita (*Anomalops*, Photoblepharom), oder an der Spitze des Unterkiefers (*Monocentrus*) lokalisiert sind, teils ringförmig den Ösophagus umgreifen (*Equula*), teils am äußersten Ende des Tentakels (*Ceratias*) sitzen. — Die Cephalopoden, die über die verschiedensten Typen offener und geschlossener Leuchtorgane mit Linse und Reflektor verfügen, sind als Bakterienwirte erkannt und auch auf bakteriologisch-serologischer Grundlage studiert worden (Meißner). — Die Frage, ob bei den Lampyriden, bei *Microscolex phosphorus* und den Ctenophoren eine Leuchtsymbiose vorliegt, kann heute noch nicht definitiv beantwortet werden. —

Eine letzte Gruppe umfaßt endlich Tiere, die wie die Oligochaeten, manche Schnecken und die Molguliden regelmäßig in den Exkretionsorganen Mikroorganismen beherbergen, ohne daß der Wirt dabei in irgend einer Weise geschädigt wird. Bakterien treffen wir in den Ampullen der Regenwurmnephridien und in den Speichernieren der Cyclostomatiden und Annulariiden, und über merkwürdigen zu langen Hyphen auswachsende, gelegentlich Zoosporen bildende Pilze in den Nieren der Molguliden kann Verf. hier erstmalig berichteu.

Mit einem vergleichenden Überblick über die Lokalisation der Symbionten im Wirtsorganismus befaßt sich der 1. Abschnitt des allgemeinen Teils. Je nach dem Sitz des pflanzlichen Partners lassen sich scharf einzelne Gruppen sondern: „Die Symbionten leben extrazellular im Darmlumen oder im Lumen von Aussackungen des Darmtraktus, intrazellular im Darmepithel oder im Bereiche des Mesoderms, extrazellular oder intrazellular in Hautorganen und Nierenorganen." Ein weiteres Kapitel, das den Übertragungseinrichtungen gewidmet ist (vgl. Zool. Ber. 19 Nr. 257) führt uns so recht die Innigkeit der gegenseitigen Anpassung vor Augen und enthüllt uns eine weitgehende Gesetzmäßigkeit, die bezüglich der Wahl des Übertragungsmodus in jedem einzelnen Falle zutage tritt. — Auch wenn wir das Verhalten der Symbionten im Entwicklungsgeschehen verfolgen, so zeigt sich auch hier wiederum, daß streng geregelte Bahnen eingehalten werden. „Der Symbiontenwirt beherrscht während der postembryonalen Entwicklung

ganz wie bei der embryonalen die Situation durchaus. — Nicht zu verwundern ist schließlich, daß eine so innige Verquickung zweier Organismen auch eine gegenseitige Beeinflussung derselben zur Folge hat. Gewisse Entartungserscheinen machen sich sowohl bei den Algen (*Convoluta*, *Chlorohydra*), als auch bei den Symbionten der Aphiden, Pediculiden und Coccinen bemerkbar und die ganz grotesken „Rosetten" aus den X-Organen der Fulgoriden stellen einen extremen derartigen Fall dar. Seltener kommt es zu einer ausgesprochenen Degeneration. Die Entstehung von Sproßverbänden wird unterdrückt, die Fähigkeit der Sporenbildung und die Beweglichkeit kann verloren gehen. Zu den interessantesten Erscheinungen gehört schließlich die Entstehung spez. Infektionsformen, die an besonderen Stellen der Mycetome gebildet werden. Schließlich beherrscht auch der tierische Organismus vollkommen die Vermehrungsrate seines pflanzlichen Partners. Umgekehrt werden aber auch durch die vom Symbionten ausgehenden Reize die Zellen des Wirtes beeinflußt (Verlust des Bürstenbesatzes, unregelmäßige Kernformen, pathologische Mytosen, Syncytienbildung), alles Erscheinungen, die ganz ähnlich im Gefolge einer parasitären Infektion auftreten. — Ein letztes Kapitel orientiert uns über die Grenzen, die dem Vorkommen symbiontischer Einrichtungen gezogen sind. Versuche, die Symbiose zu einem fundamentalen Prinzip zu erweitern, wie das die Mitochondrien-Bakterienhypothese (Portier, Wallin, Pierantoni u. a.) versucht, müssen, da sie bis heute triftiger Beweisgründe entbehren, abgelehnt werden. — Alle die zahllosen Beispiele gesicherter Symbiosefälle, mit denen uns das Buch vertraut gemacht hat, zeigen, daß „die symbiontischen Einrichtungen zwar weit verbreitet, aber doch in ihrem Vorkommen beschränkt" sind. Handelt es sich doch fast immer um ganz bestimmte Kategorien, die auch als Einteilungsprinzip in der Disposition dieses Buches verwendet wurden, und, die sich entweder mit einer bestimmten Ernährungsweise decken (Holznahrung, Keratinfresser, Pflanzensäfte- und Wirbeltierblutsauger u. a.), oder denen ökologische Momente (Algensymbiosen, Leuchtsymbiosen) zugrunde liegen. Was endlich die Definition des Symbiosebegriffs anbelangt, so darf derselbe nicht zu eng gefaßt werden. Das Tier erweist sich hier ganz entschieden als „der überlegene organisierende Partner, der den pflanzlichen in seine Einflußsphäre zwingt".

Ein nahezu 1000 Titel umfassendes Verzeichnis macht uns mit der einschlägigen Literatur bekannt. Dem Autorenregister schließt sich noch ein Verzeichnis der angeführten Tier- und Pflanzengattungen an. Eine Fülle prächtiger, größtenteils neuer Abbildungen ist dem vorbildlich ausgestatteten Werk beigegeben.

Die Heumotte (*Ephestia elutella* Hb.) als großer Tabakschädling.[1])

Mokrzecki hat schon früher in der Krim und in Bulgarien Schäden durch *Eph. elutella* Hb. in Tabaklagern beobachtet und beschrieben. Neuerdings ist die Raupe der Heumotte mit in Bulgarien und Griechenland eingekauften Tabakballen auch nach Polen verschleppt worden. Der genannte Autor benutzte diese Gelegenheit, eingehende Studien über die Bionomie und die Bekämpfung dieses Schädlings zu machen.

Zwei Züge im Leben der Raupen verdienen besonders hervorgehoben zu werden. Zum ersten die auffallende Fähigkeit die besten Tabaksorten (I. und II. Klasse) herauszufinden, während die groben Sorten unberührt bleiben. „Die Raupe ist ein vortrefflicher Sachkenner des Tabaks und die von ihr getroffene Wahl der Tabaksorten

---

[1]) Z. Mokrzecki, Omacnia śpichrzowa (*Eph. elutella* Hb.) jej biologja, szkody zrzadzane przez nia w surowcach tytoniowych i sposoby jej zwalczania. (Heumotte, ein großer Schädling des Rohtabaks in den Speichern, ihre Biologie und Bekämpfungsmittel. Institut der Forstentomologie Skierniewice (Polen). Warschau 1931.

stimmt vollständig mit den feinsten Abschätzungen derselben überein.“ Verf. stellte fest, daß diese Wahlfähigkeit auf dem höheren Gehalt der höchsten Tabaksorten an Kohlenwasserstoffen (Zucker) zurückzuführen ist. Je geringer die Tabaksorte desto kleiner ihr Kohlenwasserstoffgehalt und desto reizloser für die Raupen.

Als den zweiten auffallenden Zug der Raupe erwähnt Mokrzecki ihren „Hydrotropismus“. Wenn ein Tabaklager 1—2 Tage auf 50° C geheizt wird, verlassen die Raupen die Tabakballen. Wenn dann die Fußböden mit Wasser übergossen werden, so kriechen sie zu den in den Vertiefungen des Fußbodens sich ansammelnden Wasserlachen („Tränken“). Diese Erscheinung beruht auf den Feuchtigkeits- und Temperaturunterschieden, die zwischen dem Innern der Ballen und dem mit Wasser benetzten Lagerraum zustande kommen.

Die Temperatur übt überhaupt einen großen Einfluß auf den Lebensablauf der Heumotte aus. Die besten Fraßbedingungen bestehen zwischen 20° und 37° C. Unter 15° werden die Raupen immer freßunlustiger, bis sie bei 7° C zu fressen aufhören. Das gleiche geschieht bei über 37° C. Der Tod tritt bei 45° C ein. Die kürzeste Freßzeit einer Raupe dauert 50 Tage, die längste nimmt bis 190 Tage in Anspruch. Die Generation ist in Polen einjährig, während es im Süden (Bulgarien, Krim) zu einer Doppelgeneration kommt. Die Eiablage geschieht nur zwischen 15° und 20°. Unterhalb 15° legt das Weibchen keine Eier ab. Als durchschnittliche Eizahl wurde in Polen 30 festgestellt, doch „ist der Schmetterling imstande, bis 140 Eier zu legen“. Die Eier werden auf die Blattstiele gelegt und zwar nach bereits erfolgter Fermentation.

Als Parasit kommt hauptsächlich *Habrobracon juglandis* Ashm. in Betracht. „In der Dämmerstunde, wo die Schmetterlinge massenhaft in den Tabakspeichern herumfliegen, auf die Fenster sich niedersetzen und sich zu paaren beginnen, kann man auf den Lagerfenstern Millionen von Exemplaren dieses Parasiten beobachten.“ Seine Entwicklung nimmt nur 2 Wochen in Anspruch, so daß eine größere Anzahl von Generationen im Jahr aufeinanderfolgen können. So kann *Habrobracon* bei der Vernichtung von *Ephestia* eine bedeutende Rolle spielen.

Zur Vorbeugung empfiehlt Mokrzecki: trockene Magazine, peinlichste Sauberkeit, Umlegen der Tabakballen I. Klasse mit 3 Reihen von Tabakblättern III. Klasse, sorgfältige Vernichtung der beschädigten Blätter und der Raupen. Zur Bekämpfung kann Räucherung mit SO_2 oder Cyanwasserstoff (CN) angewendet werden oder Erhitzung. Eine Temperatur von 45° tötet die Raupen in 30 Minuten, eine solche von 55° in 10 Minuten, und eine solche von 65° in 5 Minuten, jedoch nur dann, wenn die Ballen vorher aufgelockert wurden und somit die erwärmte Luft in ihr Inneres eindringen kann. Falls die Ballen festgebunden bleiben, besteht innerhalb derselben bei Erhitzung von 70° erst eine solche von 37°, was für die Raupen noch nicht tödlich ist. K. E.

Neue Untersuchungen über die Verbreiter der Ulmenkrankheit.

J. J. Franssen[1]) stellte eingehende Untersuchungen über die Erscheinungszeit und die Generationsfrage der Ulmenborkenkäfer an. Es zeigte sich, daß die Imagines von *Scolytus scolytus* bereits zeitig im Frühjahr erscheinen können, und daß bei günstiger Witterung das „Schwärmen“ während des ganzen Sommers anhält. Diese Käfer erzeugen verschiedene Generationen im Laufe des Sommers, die lückenlos aufeinander folgen. Diese Generationen sind nicht durch käferfreie Perioden geschieden, sondern decken sich

[1]) J. J. Franssen, Enkele gegevens omtrent de verspreiding van de door *Graphium ulmi* Schwarz veroorzaakte iepensiekte door de iepenspinktevers, *Eccoptogaster* (*Scolytus*) *scolytus* F. en *multistriatus* Marsh. in verband met de bestijding dezer zickte. Tijdschr. over Plantenziekten Bd. 37. 1931.

teilweise. Die Käfer können bis spät in den Herbst ausfliegen, aus diesen Befunden ergibt sich, daß die Ulmen während des ganzen Sommers der Infektion durch die Käfer ausgesetzt sind.

Ferner wurde der Reifungsfraß näher untersucht. Sowohl Männchen wie Weibchen erzeugen Reifungsfraß und zwar mit Vorliebe auf gesunden Bäumen. Derselbe dauert im Mittel etwa 10 Tage, die Zeitdauer unterliegt aber großen individuellen Schwankungen. Außerdem erfolgt er in verschiedenen Formen, die sich in verschiedene Typen einteilen lassen. Als Typus A wird das Bohren in der Gabel von zwei- bis mehrjährigen Zweigen bezeichnet. Bohren die Käfer unterhalb des Seitenzweiges, wie es bei Escherich beschrieben ist, dann entsteht der Typus B. Letzterer tritt übrigens selten auf. Typus C bezieht sich auf den Fraß an willkürlichen Stellen der Rinde. Typus D tritt in der Rinde älterer Zweige auf, der Fraß ist häufig nach unten gerichtet oder bildet winkelige Gänge. Der Reifungsfraß des *Scolytus multistriatus* stimmt in der Hauptsache mit dem des vorigen überein, nur wurde der Typus D bisher nicht gefunden. Experimentell wurde untersucht, ob der Reifungsfraß auch auf anderen Baumarten erfolgt. Die Resultate waren negativ für Pappel, Weide, Esche, Linde und Weißbuche. Von Pflaume wurde ein Zweigchen angefressen, auf Apfel wurden zwei oberflächliche Wunden verursacht, ungefähr von Typus A, diese wurden jedoch nach 2 Tagen schon wieder verlassen. Aufs neue wurde im Freien das Auftreten von *Graphium*-Infektion nach Reifungsfraß festgestellt, auch in älteren Fällen. Mitunter ist der Zusammenhang weniger deutlich, da eine so völlige Heilung der Reifungsfraßwunden erfolgen kann, daß sie äußerlich fast nicht mehr zu erkennen sind; Beobachtungen über das Auftreten von *Graphium* in der Rinde älterer Bäume haben ergeben, daß auch hier der Mutterkäfer die Rolle des Überträgers spielt. Selbst das Bohrmehl ist infektiös. Bei günstiger Witterung entwickeln sich die Coremien zahlreich in den Muttergängen und Puppenwiegen. Auch bei *Scolytus multistriatus* wurden Coremien gefunden, aber nicht so zahlreich. Künstliche Infektionsversuche mit Käfern auf gesunden Ulmen ergaben infolge der schlechten Witterung unbefriedigende Resultate, da der Nachfraß in der Regel unterblieb, nur in einem Falle wurde eine sichere, auch durch die Reinkultur erwiesene *Graphium*-Infektion nach künstlichem Reifungsfraß erzielt.

Bezüglich der Bekämpfung erwiesen sich die bisherigen Versuche mit Insektiziden als unzulänglich. Sehr günstige Resultate ergaben frisch gefällte Stämme, welche als Fangbäume benutzt wurden, da sie sofort von großen Mengen Käfern besiedelt werden. Jedoch müssen diese Bäume bei günstigem Wetter innerhalb fünf Wochen entrindet werden; die Rinde muß vernichtet werden, am besten durch Verbrennen. Beim Begraben der Rinde zeigte sich, daß die Käfer sich noch durch eine bis 40 cm dicke Sandbodenlage hindurchzuarbeiten vermögen. Auch das Wässern der Stämme tötet die Larven und Käfer nicht völlig ab. Der Käfer bleibt selbst unter Wasser noch tagelang am Leben. Desinfektion der Stämme mit Schwefelkohlenstoff oder gasförmiger Blausäure ergab vorläufig kein befriedigendes Resultat und ist in der Praxis schwer durchführbar.

Zum Schluß wird auf die Rolle der Parasiten und Vögel gewiesen. Schlupfwespen, darunter hauptsächlich *Coeliodes scolyticida*, vernichten viele Larven. Außerdem sind letztere stark von Nematoden infiziert. Spechte räumen unter den Larven gewaltig auf und entrinden dabei schwer befallene Bäume fast völlig. Die Meisen fangen zahlreiche, auf den Stämmen herumkriechende Käfer weg. K. E.

Die Wintersaateule (*Agrotis segetum* Schiff.) und ihre Bekämpfung.[1])

Eine große Wintersaateulen-Kalamität im Jahre 1927 hat Zolk zu eingehenden Studien über die Bionomie und Bekämpfung dieses Schädlings veranlaßt, deren Ergebnisse hier kurz mitgeteilt seien.

Der eigentlichen Kalamität (Eruption) gehen stets eine Reihe von Vorbereitungsjahren voraus, in denen die Eule schwächer oder stärker auftritt. Beim Vergleich der Witterungsverhältnisse ergibt sich, daß vor der Eruption die Winter immer verhältnismäßig kalt und arm an Niederschlägen sind, während in den Eruptionsjahren der Juli außerordentlich heiß und trocken ist. Auch für die Beendigung der Kalamitäten sind die Witterungsverhältnisse von gleich großer Wichtigkeit. Andauernde Niederschläge und niedrige Temperaturen im Juni/Juli genügen, den Zusammenbruch der Kalamität einzuleiten.

Ätiologisch kommt auch den Böden eine wesentliche Bedeutung zu, insofern als wasserdurchlässige Böden die Entwicklung des Schädlings weit mehr begünstigen als schwere Böden.

Die Flugzeit fällt in Estland in die letzten Tage des Juni und in die ersten des Juli. Der Falter lebt durchschnittlich 8—12 Tage. Über die Eizahl der Wintersaateule herrscht noch Unklarheit. Nach den Untersuchungen Zolks steigt die Zahl der abgelegten Eier auf höchstens 923, während in den Eileitern bis zu 1680 Eier zu finden waren, von denen ca. 400 zur Ablage bereit waren. Die Weibchen befestigen ihre Eier größtenteils an Queckenrhizomen und an Strohhalmen von Stallmist. Einzelne Eier werden auch direkt auf den Boden und auf die unteren Blätter von Unkräuter gelegt. Die Eiablage geht immer nachts vor sich, wobei die Eier mit einem klebrigen Kitt befestigt werden, meist einzeln, nur selten zu zweien, dreien oder vieren. Die Embryonalentwicklung dauert ca. 9—12 Tage bei einer Durchschnittstemperatur von 22,5° C. Aus dem Ei geschlüpft ist die Raupe 1,3—1,5 mm lang; die erste Häutung findet nach 8—9 Tagen statt, die zweite am 15.—17. Lebenstag, die dritte am 21.—24. und die vierte am 25.—30. Lebenstag. Von jetzt ab werden die Raupen immer mehr und mehr zu Bodenbewohnern, gewöhnlich in einer Tiefe von $1^1/_2$—2 cm horizontale Gänge bildend. Die fünfte und letzte Häutung findet am 35.—42. Lebenstag statt. Unmittelbar nach der Häutung ist die Raupe 38—40 mm lang und erreicht bis zur Winterstarre 45—50 mm. Nahrungsaufnahme wird hauptsächlich nachts betrieben, doch wenn es bewölkt ist, kann man die Raupe auch am Tag die junge Saat fressen sehen. Mit Beginn der kalten Witterung vermindert sich der Fraß, bis er völlig eingestellt wird, wenn die Erdoberfläche gefroren und die Temperatur endgültig unter Null steht. Der größte Teil der Raupen überwintert in einer Tiefe von 15—20 cm im Boden. Im Jahre 1928 erwachten die Raupen aus der Winterstarre in den ersten Tagen des Mai. Die Verpuppung begann am 15. Mai, am 24. Mai hatten sich schon die meisten verpuppt. Die Verpuppung erfolgt $^1/_2$—3 cm im Boden in einer von der Raupe vorbereiteten Puppenwiege.

An Krankheiten wurden beobachtet die Tarichium-Mykose und die Polyederkrankheit. An Parasiten wurde eine Anzahl Schlupfwespen festgestellt, unter den *Amblyteles fuscipennis* Wesm. und *Apanteles spurius* L. die Hauptrolle spielen. Als sonstige Feinde werden noch eine Reihe von Vögeln (Nebelkrähe, Dohle, Star, Sturmmöve) genannt und ferner der Maulwurf.

Zur Vorbeugung wird vor allem die Spätsaat empfohlen, sodann soll äußerste Sorge darauf verwandt werden, daß zur Flugzeit der Eule das Brachfeld möglichst unkrautfrei ist. Ob der frische Stallmist anlockend auf die Eule wirkt, diese Frage wird

[1]) K. Zolk, Orase-öölane (*Agrotis segetum* Schiff.) ja tema tõrje. Partu ulikooli entom.-katsejaama teadaanded Nr. 10.

verschieden beurteilt. Jedenfalls aber scheint der Stallmist durchaus nicht von so großer Wirkung zu sein wie bisher angenommen wurde. „Daß auch bei dem Mineraldünger die Wirkung zur Unterdrückung des Schadens fehlt, illustrieren sehr deutlich die Dungversuche des Ansiedlerverbandes, bei denen die Eulenraupe gerade eine Versuchsparzelle mit Volldüngung beschädigte, während die andere bedeutend weniger gelitten hatte."

Von den Bekämpfungsmaßnahmen wurden mit Fanggräben gute Erfolge erzielt. Auch mit gebranntem Motoröl, welches in Streifen aufs Feld gegossen wurde, sollen gute Erfolge erzielt worden sein, da die Eulenraupen durch die Streifen nicht durchdrangen. Von den chemischen Bekämpfungsmitteln gaben die besten Resultate die festen Giftköder. Zur Bereitung eines solchen nimmt man 2 kg Melasse, 600 g Natriumarsenat, 8 kg Weizenkleie, 20 kg durch Fleischmaschine getriebene Kohlrübe und 20 l Wasser. „Solch einen Giftköder kann man mit der Hand auf das Brachfeld Ende Juli streuen, doch vorher muß das Unkraut durch Bearbeitung entfernt werden, damit die ausgehungerten Schädlinge den Giftköder lieber annehmen. Um schnellem Vertrocknen des Giftköders vorzubeugen, ist es ratsam ihn am Abend zu streuen. Zur Behandlung eines Hektars braucht man höchstens 20 kg Melasse, 6 kg Natriumarsenat, 80 kg Weizenkleie, 200 kg Kohlrübe, was an Kosten zusammen ca. 37 RM ausmacht. Will man sparen, kann man sogar mit der Hälfte der angegebenen Norm auskommen."

Alle Beizmittel, wie Kochsalz, Terpentin, Petroleum und der Auszug von Knoblauch ergaben völlig negative Resultate. Ebenso negative Resultate ergab das so reichlich angewandte Streuen von Holzasche, gelöschtem Kalk, Kochsalz, Kainit und Kalisalz auf das der Eulenraupe befallene Feld, gleichviel ob in Verbindung mit Fanggräben, oder ohne solche. K. E.

Referate.

Neuere russische forstentomologische Literatur.

Sammelbericht für das Jahr 1929.

Von

Dr. **V. v. Butovitsch,** Eberswalde.

A. D., Der Kampf gegen den Arvenspinner in der Oberförsterei Kulatukskoje (Bezirk Irkutsk, Sibirien). — Forstwirtschaft und Holzindustrie, Bd. 7, Nr. 7, S. 73—74. Leningrad 1929.

Die Massenvermehrung des Arvenspinners, *Dendrolimus sibiricus*, in Ostsibirien, die 1921 zum Ausbruch kam, hatte verhängnisvolle Folgen gehabt. Allein in zwei Bezirken Irkutsk und Tulunowsk sind bis zu einer Million Hektar Nadelwald vernichtet worden. Der Schaden für den Bezirk Irkutsk beträgt 8 833 760 Rubel. Außerdem gehen der Bevölkerung, die hauptsächlich vom Sammeln der Zirbelnüsse und Pelzjagd lebt — die Pelztiere sind aus den Fraßgebieten ausgewandert — 448 637 Rubel jährlich verloren. Notgedrungen müssen auch die Pelzjäger und Nüssesammler die vom Fraß heimgesuchten Gegenden verlassen.

Die sekundären Schädlinge, namentlich die Borkenkäfer, befallen die kahlgefressenen Stämme, entwerten das Nutzholz, welches zum Teil nur noch als Brennholz benutzt werden kann.

Der Arvenspinner befällt meist reine oder mit anderen Nadelhölzern gemischte Arvenbestände; jedoch werden auch Nadelhölzer wie Fichte, Tanne, Lärche und Kiefer ohne Beimischung von Arve angenommen. Mit Vorliebe werden Bestände auf höheren Lagen befallen. Sowohl alte als junge Bäume werden gleich gern angegriffen. Von einer Kahlfraßstelle wandern die Raupen nach allen Richtungen hin; sie können bis zu 3 Wochen ohne Nahrung auskommen. Die Ausbreitung der Falter erfolgt durch den Wind; auf diese Weise können Strecken bis zu 10 km zurückgelegt werden.

Die im September ausschlüpfende Raupe frißt bis zur Überwinterung durchschnittlich 2 Nadeln täglich; im nächsten Frühjahr bereits bis 10 und im Herbst desselben Jahres bis zu 50 Nadeln täglich. Nach der zweiten Überwinterung ist der Fraß besonders gefährlich: täglich wird von einer Raupe bis 80 Nadeln verzehrt.

Um geeignete Bekämpfungsmethoden ausfindig zu machen, werden eingehende Versuche angestellt. Besondere Beachtung findet die Flugzeugbestäubungsmethode.

Floroff, D., Der Sibirische Spinner. — Forstwirtschaft Nr. 4, S. 85—88. Moskau 1929. (Ref. Plant Protection, Bd. 6, S. 863.)

Der letzte Fraß von *Dendrolimus sibiricus* hat enorme Waldflächen mit wertvollem Nutzholz vernichtet. Der Schaden wird auf mehrere Millionen Rubel geschätzt. Die Naturverjüngung im befressenen Gebiet fehlt, künstliche Aufforstung ist nicht durchführbar. Pelztiere sind ausgewandert. Pelzjäger und Sammler von Zirbelnüssen sind durch die Kalamität besonders stark geschädigt worden. Im Bezirk Irkutsk sind 3000 qkm Wald befallen worden.

Golovjanko, Z. S., Die Forstliche Versuchsstation Darnitza. — Rechenschaftsbericht für das Jahrfünft 1924—1929. Beilage zu den „Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen in der Ukraine", 35 Seiten. Kiew 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Die Station wurde 1913 vom Verfasser gegründet. Ursprünglich sollten hier die Biologie des Maikäfers und Mittel zu seiner Abwehr erforscht werden. Bis 1918 wurden entsprechende Arbeiten ausgeführt. Während der Nachkriegszeit konnten die wissenschaftlichen Arbeiten nicht weiter geführt werden. 1924 ist die Station aufs neue ins Leben gerufen worden. Das Arbeitsprogramm wurde allmählich wesentlich erweitert und heute umfaßt es bereits das ganze Gebiet der Forstentomologie und des Forstschutzes. Die während des Bestehens der Station ausgeführten Arbeiten behandeln u. a.: Forstliches Verhalten der Maikäfer und anderer Melolonthinen und deren Bekämpfung; Untersuchung der von Blatthornkäfern verseuchten Sandgebiete am Nieder-Don und Ausarbeitung von Gegenmitteln; Prüfung von Paradichlorbenzol als Bekämpfungsmittel gegen Walkerlarven; Methodik der Untersuchung von Wäldern auf Borkenkäferbefall; Biologie und Bekämpfung von Borkenkäfern; Einwirkung des Harzens auf Schädlingsvermehrung; Generationsdauer von *Hylobius abietis* und seine Bekämpfung; Lebensweise und forstliches Verhalten von *Cerambyx cerdo* und *Zeuxera pyrina*; Untersuchung der vom Kiefernspinner befallenen Bestände; Prüfung verschiedener Raupenleimsorten; Fauna und wirtschaftliche Bedeutung der in Südrußland an Kiefer vorkommenden Arten der Gattung *Lophyrus*; Lepidopterenfauna des Versuchsreviers Darnitza.

Außer forstentomologischen Untersuchungen werden auch mykologische, bodenkundliche und waldbauliche Arbeiten durchgeführt. Das Verzeichnis der Publikationen für die Jahre 1924—1929 enthält 39 Titel; in dieser Zeit wurden vom Leiter der Station Z. S. Golovjanko und seinen Mitarbeitern 36 Vorträge gehalten.

Golovjanko, Z. S., Die Ergebnisse der Anwendung von Paradichlorbenzol zur Bekämpfung der Walkerlarven in den Weinbergen des Niederdnjeprschen Sandgebietes im Jahre 1928. — Anzeiger für Garten-, Wein- und Gemüsebau, Nr. 1—2, S. 3—15. Charkow 1929.

Nach der von G. vorgeschlagenen Methode wurde Paradichlorbenzol im ca. 54 cm-Quadratverbande in Boden eingegraben. Die Dosierung betrug je Spatenstich 7, 8, 9 und 10 g. Wegen des trockenen und kühlen Sommers sind die Ergebnisse schlechter ausgefallen als im Jahre 1927 (s. Golovjanko, Die Bekämpfung des Walkers usw., Zeitschr. f. angew. Ent. 1929, S. 207—208). Von den grünen Pflanzen sind im Durchschnitt unbeschädigt geblieben: bei 7 g Paradichlorbenzol 95 %, bei 8 g 98 % und bei 10 g 97 %, auf unvergifteten Flächen 56 %. Im Verhältnis zur Gesamtzahl der Pflanzen betragen die entsprechenden Zahlen 71 %, 66 %, 74 %, 81 % und 25 %.

Golovjanko, Z., Maikäfer und Kulturen. — Forstwirtschaft Nr. 7—8. Moskau 1928. (Ref. in Plant Protection, Bd. 6, S. 575.)

Im Kampfe gegen Engerling und Dürre sind nur solche Kiefernjungwüchse widerstandsfähig, deren Wurzelsystem tief im Boden lagert (Naturverjüngung), dadurch wird die Wasserversorgung der Pflanze gefördert, außerdem liegen die meisten Wurzeln unterhalb der Wirkungszone des Engerlings. Dagegen sind Ödlandaufforstungen sehr empfindlich; schon ein geringer Engerlingsfraß kann verhängnisvoll sein, da die Wurzeln in der obersten Bodenschicht liegen.

Gussew, V., Der Maikäfer in den Kiefernbeständen des Stawropolschen Bezirks (Gouv. Samara). — Mit Vorwort von Prof. Rimsky-Korsakoff. 33 Seiten. Verlag der Forstabteilung der Mittelwolgaschen Landverwaltung. Samara 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Im untersuchten Gebiet hat *M. hippocastani* 4jährige Generation; er bevorzugt beschattete Stellen, lichte bis lockere Bestände, lückige Kulturen, schmale Kahlschläge u. dgl. Am meisten werden Räumden mit spärlichem Baum- oder Strauchwuchs heimgesucht, dagegen werden Parzellen, die längere Zeit (4—5 Jahre) landwirtschaftlich genutzt wurden, fast gänzlich verschont. Hinsichtlich der Lage und Exposition sind besonders Tieflagen mit frischem, humosem Boden und West- und Südhänge gefährdet. *Polyphylla fullo*, *Amphimallus solstitialis*, *Serica*, *Anomala* und *Phylloperta* wurden in geringerer Zahl angetroffen; diese befallen hauptsächlich freie, gut belichtete Stellen und fehlen in der Regel in geschlossenen Kulturen und Beständen. Vorbeugende und vertilgende Maßnahmen werden angeführt, von den letzteren wird das Käfersammeln hervorgehoben.

Iljinskij, I., Über eine kritische Notiz. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 1—2, S. 237—239. Leningrad 1929.

Entgegnung auf die kritische Besprechung Belanowskys über die Arbeit Golovjankos „Zur Methodik der Berechnung des Borkenkäferbefalls an Kiefer", Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen in der Ukraine 1926. Die von G. gefundenen Gesetzmäßigkeiten bei Massenvermehrung der Borkenkäfer werden mathematisch geprüft und bestätigt.

Jurkansky, V., Über die Borkenkäfer der Insel Solowjetz. — Solowjetzsche Gesellschaft für Heimatkunde, Biologische Station. Solowski 1928.

Ergänzungen zum Ipidenverzeichnis des Gebiets (s. Jurkansky, Zur Kenntnis der Borkenkäferfauna der Insel Solowjetz, Materiale zur Kenntnis der Fauna der Solowjetzschen Insel, Solowki. Es werden angeführt: *Phthorophloeus spinulosus*, *Xylechinus pilosus*, *Hylastes ater*, *Crypturgus hispidulus*, *Xyloterus signatus*, *X. lineatus*, *Dryocoetes autographus*, *D. hectographus*, *Neotomicus proximus*, *N. laricis* und *N. suturalis*. Unter den gesammelten *P. poligraphus*-Käfern fand J. eine Anzahl von Exemplaren, die sich durch geringere Größe und hellere Färbung auszeichnen und die er für eine besondere endemische Form hält.

Kadoschnikoff, P., Beschädigungen der Fichtenzapfen im Lehr- und Versuchsrevier Tichwino. — Forstwirtschaft und Holzindustrie, Bd. 7, Nr. 1, S. 69—70. Leningrad 1929.

1928 war die Zapfenernte besonders ergiebig; jedoch über die Hälfte der Zapfen war von Schädlingen befallen, namentlich von *Laspeyresia strobilella*, die in 40—90 %, durchschnittlich in 70 % aller Zapfen gefunden wurde. Vereinzelt wurde ferner der Befall von *Dioryctria abietella*, *Anobium abietis* und des Pilzes *Pucciniastrum padi* festgestellt. Da *L. strobilella* die Spindel im Herbst ausfrißt und die Schuppen und Samen erst im Frühjahr zu nagen beginnt, empfiehlt sich das Ausklengen möglichst früh auszuführen.

Konakoff, N., Über die Verbreitungsgrenzen von Maikäfern (*Melolontha melolontha* L. und *M. hippocastani* F.) im Zentral-Schwarzerdegebiet. — Trav. d. l'Inst. d. Rech. Scient. à l'Univ. Voroneje, Bd. 3, S. 106—110. Voronesh 1929. — Mit deutscher Zusammenfassung.

M. melolontha ist im Gouv. Kursk wiederholt gefunden worden, dadurch ist die von Schewyrew angegebene östliche Verbreitungsgrenze noch weiter östlich zu verlegen. *M. hippocastani* wurde in der Nähe der Stadt Bogutschar am linken Ufer des Dons festgestellt. Es ist der südöstlichste Punkt seines Verbreitungsgebiets.

Kostenko, N., Zur Borkenkäferfauna der Oberförsterei Swjatogorskoje (Bez. Isjum). — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 1—2, S. 207—210. Leningrad 1929.

Das Verzeichnis enthält: *Eccoptogasier ensifer*, *E. multistriatus*, *mali*, *kirschi*, *pygmaeus*, *ratzeburgi*, *scolytus*, *rugulosus* und *intricatus*, *Hylurgus lignuperda*, *Hylastes ater* und *opacus*, *Hylesinus fraxini*, *Pteleobius vittatus*, *Blastophagus minor* und *piniperda*, *Carphoborus minimus*, *Crypturgus cinereus*, *Ernoporus tiliae*, *Anisandrus dispar*, *Xyleborus eurygraphus*, *monographus*, *dryographus* und *saxeseni*, *Pityogenes monacensis* und *trepanatus*, *Ips acuminatus* und *sexdentatus*, *Neotomicus proximus*, *suturalis* und *laricis*, *Platypus cylindrus*.

Das Gangsystem von *P. monacensis* wird beschrieben. Diese seltene Art ist bis jetzt dreimal in Deutschland und je einmal in Finnland, Schweden, Sibirien, Gouv Kaluga und Smolensk gefunden worden.

Kusnezov, N., *Semiothisa pumila* sp. n., ein Schädling der Sibirischen Lärche, *Larix sibirica* Ledeb. — Plant Protection Bd. 6, Nr. 3—4, S. 361 bis 367. Leningrad 1929.

Eine neue Spannerart wird beschrieben. Die Raupen haben im Bezirk Krassnojarsk (Westsibirien) erheblichen Schaden in den Lärchenbeständen angerichtet. Etwa 1000 ha sind beschädigt worden.

Lezhava, V., Zur Kenntnis der Ipiden Georgiens. (Unter Redaktion von G. K. Pjatnitzky.) — Narkomsem Georgiens. Bureau für Forstschädlingsbekämpfung. 19 Seiten, 3 Abb. Leningrad 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Enthält folgende Arten: *Eccoptogaster orientalis*, *laevis*, *rugulosus* und *mali* var *piri*, *Phloeosinus bicolor*, *Leperesinus fraxini*, *Hylesinus oleiperda*, *Kissophagus hederae*, *Blastophagus piniperda* und *minor*, *Hylurgus ligniperda*, *Hylurgops palliatus*, *Hypoborus ficus*, *Cryphalus orientalis*, *Hypothenemus* (?) *lexhavai* n. sp., *Xyloterus domesticus*, *Xyleborus monographus*, *Pityophthorus pityographus*, *Taphrorychus bulmerinqui*, *Pityogenes opacifrons* und *quadridens*, *Ips acuminatus* und *sexdentatus*, *Neotomicus longicollis* und *erosus*.

Beschreibung der neuen Art *Hypothenemus lexhavair* Pyatn. in russischer und deutscher Sprache; die Art befällt sowohl Laub- als auch Nadelholz, vorzugsweise aber *Morus* sp. und *Citrus*-Arten. Der Schaden ist bedeutend. *Pityophthorus pityographus* wurde an *Pirus* sp. gefunden. Neu für Georgien und Rußland ist der westeuropäische *Pityogenes opacifrons*.

Mamajeff, K., Der Lärchenspanner, ein neuer Waldschädling im Gebiete Jenisseisk. — Mitteilungen der staatlichen Sibirischen Geogr. Gesellschaft, Bd. 3, Nr. 4, S. 75—76. 1929.

Die von Kusnezov neuerdings beschriebene Spannerart, *Semiothisa pumila*, hat im Bez. Krassnojarsk (Westsibirien) 700 ha Lärchenbestände kahlgefressen, die wahrscheinlich nicht mehr zu retten sind.

Pjatnitzky, G. K., Einige Worte über die ökologischen Verzeichnisse von Forstschädlingen. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 1—2, S. 153 bis 159. Leningrad 1929.

Zur genauen Erforschung der Schädlingsfauna eines Gebietes und zur Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung einzelner Arten genügen die rein faunistischen Verzeichnisse, die in der Regel nur Fundort, Datum, und bisweilen auch Holzart angeben, nicht. Einem ökologischen Verzeichnis muß eine allgemeine Beschreibung des betreffenden Waldtyps vorangehen, um die lokalen Verhältnisse genauer zu charakterisieren. Im speziellen Teil bei jedem Fund dieser oder jener Art soll kurz angegeben werden: Bestandesart, Alter, Schlußgrad, Bestandesbeschaffenheit, ferner genaue Zeit, nähere Be-

schreibung der Wohn- oder Entwicklungsstätte, Entwicklungsstufe und Verbreitungsgrad im Bestande. — Sehr wünschenswert wäre es, wenn solche faunistisch-ökologischen Arbeiten in einer Fachzeitschrift veröffentlicht würden.

Pliginsky, V., Zur Biologie und Morphologie des Baumweißlings (*Aporia crataegi* L.). — Plant Protection Bd. 6, Nr. 3—4, S. 411—416. Leningrad 1929.

Das Weibchen legt ihre elliptischen, mit glasiger klebriger Masse überzogenen Eier (9—146) meist an die Unterseite der Blätter. Das Schlüpfen junger Räupchen geschieht entweder gleichzeitig oder allmählich von einem Ende des Eigeleges zum anderen. Die Schlüpfzeit ist Mitte Juli (Gouv. Kursk). Die Entwicklung der Raupen im Ei dauert etwa 2 Wochen; beim Ausschlüpfen wird ein Teil der Eischale verzehrt. Während der ersten 12—18 Stunden ernährt sich die Raupe von der Eischale, sodann beginnt sie zu spinnen und die Blätter zu skelletieren, ohne das Spinnest zu verlassen. Zum erstenmal häutet sie sich nach 9—12 Tagen. Außer an Apfel- und Birnbäumen fressen die Raupen auch an Himbeere, Geißblatt und Traubenkirsche, weniger an Akazie. Morphologische Beschreibung von Ei und Raupe.

Poloshentzeff, P., Zur Biologie von *Spondylis buprestoides* L. — Revue Russe d'Entomologie, Bd. 23, S. 48—59. Leningrad 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Mitte Juni beginnt der Bockkäfer zu schwärmen; die Dauer des Fluges ist je nach den meteorologischen Verhältnissen verschieden, maßgebend ist die mittlere Temperatur und die Zahl der Tage mit Niederschlägen während der Vegetationsperiode: heißer Sommer verkürzt die Flugdauer, kühler Sommer mit vielen Regentagen zieht sie dagegen in die Länge. Fliegende Käfer sieht man schon um 3—4 Uhr nachm., die Hauptmasse erscheint jedoch abends beim Sonnenuntergang; nur ausnahmsweise werden Käfer zur Mittagszeit gefunden.

Um die Entfernung, die der Käfer zurücklegen kann, festzustellen, wurden etwa 4000 Tiere weiß gezeichnet und herausgelassen; von diesen sind später nur 2 Käfer in 150—200 m Entfernung gefunden worden. Ein ähnlicher Versuch mit *Monochamus galloprovincialis* ergab, daß dieser Käfer 10 km überfliegen kann.

S. buprestoides lebt als Käfer 20—25 Tage und scheint in dieser Zeit nichts zu fressen: Fütterungsversuche mit verschiedensten Holzarten haben negatives Ergebnis gehabt. Das Zahlenverhältnis der Männchen zu Weibchen ist 1,0:1,5. Nach der 5 bis 10 Min. dauernden Kopula legt das Weibchen seine Eier an die Wurzeln kränkelnder, meist vom Feuer beschädigter Kiefern, die mehr angesengte Seite wird vorgezogen; das Weibchen dringt manchmal sehr tief in den Boden (bis 2,6 m), ihre Eier legt es häufchenweise zu 2—5 Stück an die Oberfläche der Wurzeln; im ganzen werden von einem Weibchen 100—150 Eier abgelegt, zumeist dicht am Wurzelanlauf. Die nach 10—20 Tagen schlüpfende Larve bohrt sich erst in die Rinde, später geht sie ins Holz; sie frißt einen unregelmäßigen, bis 75 cm langen Gang, der zuerst 1 mm, später aber bis 1 cm breit wird. Der sehr fest mit Bohrmehl verstopfte Gang verläuft von unten nach oben bis in den Stubben hinein, dann biegt er fast rechtwinklig gegen die Seitenoberfläche des Stubbens; hier verpuppt sich die Larve in einer ovalen Wiege. Das Puppenstadium dauert 12—18 Tage, der Käfer verläßt die Wiege durch ein Flugloch, das stets im oberirdischen Teil des Stubbens liegt. Die Generationsdauer ist noch ungeklärt. Von den eifrigsten Feinden des Bockkäfers sind besonders zu nennen: Hühner, Sperlinge und Raubfliegen (*Laphria* sp.).

Polubojarinoff, I. I., Die Kiefernbestandsschädlinge im Reviere Arbushenskij Ljess des Gouv. Uljanow. — Sammelband des wissenschaft-

lichen Forstwirtschaftsvereins des Leningrader Forstinstituts, Bd. 2, S. 45—52. Leningrad 1929.

Das untersuchte Gebiet ist stark vom Feuer geplagt worden. Spätere Dürreperiode hat eine weitere Schwächung der Bestände und Insektenmassenvermehrungen zur Folge gehabt. Größeren Schaden haben verursacht: *Ips acuminatus*, *Blastophagus minor*, *Ips sexdentatus*, *Xyloterus lineatus*, *Monochamus galloprovincialis*, *Pissodes piniphilus*, *Aradus cinnamomeus* und *Paururus juvencus;* ferner wird eine Reihe von Schädlingen von geringerer Bedeutung angegeben. Gänge von *acuminatus* konnten fast an jedem abgestorbenen oder absterbenden Stamm angetroffen werden. Der Käfer befällt vorzugsweise die oberen Stammteile kränkelnder aber auch gesunder Stämme. Der Befall geht von der Stammspitze stammabwärts. Im gesunden Bestande werden nur randständige, gut exponierte Stämme angegriffen, im kränkelnden Bestande nur die vorherrschenden, nicht aber die unterdrückten Stämme. Die Generation ist vermutlich doppelt.

Ebenso zahlreich vertreten, wie die vorige Art, ist der kleine Waldgärtner (*B. piniperda* dagegen relativ selten); er bevorzugt kränkelnde Bäume, namentlich deren Mittelpartien an der Nordseite. Im gesunden Bestand kommt *minor* nur vereinzelt. Durch seinen Triebfraß geht ein großer Teil kranker und gesunder Bäume verloren.

Recht empfindlich ist der Schaden von *M. galloprovincialis*. Die Larve entwertet das Holz; der Käfer befrißt junge Zweige und die Rinde oberer Stammpartien; solche Stämme fallen bald sekundären Schädlingen zum Opfer. — *Aradus cinnamomeus* ist hauptsächlich auf lückige Kiefernjungwüchse beschränkt, richtet aber dort einen nicht unbeträchtlichen Schaden an: bis 60 % zopftrockene Stämmchen wurden in einer von ihm befallenen Schonung gezählt.

Der Gesamtschaden (Feuer + Insekten) wird auf etwa 945000 Rubel geschätzt.

Pospeloff, V., Symbiotische Mikroorganismen und ihre Beziehung zu den Insektenkrankheiten. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 1—2, S. 13—20. Leningrad 1929.

Zu den wichtigsten regulierenden Faktoren bei Massenvermehrung einer Insektenart gehören die pathogenen Mikroorganismen (Protozoen, Pilze, Bakterien). Verschiedene Arten von solchen Mikroorganismen sind ständige Begleiter des Insektes und leben mit diesem in Symbiose, indem sie ihm die Aufnahme der Nahrung, Aufspeicherung von Reservestoffen u. a. m. ermöglichen. Sie werden jedoch zu Parasiten, wenn die Lebensbedingungen des Wirtes sich verschlechtern. So wird z. B. *Coccobacillus acridiorum* aus dem Symbionten der mexikanischen Wanderheuschrecke zum Krankheitserreger.

Durch Liegenlassen der Exkremente in Zuchtgläsern konnte P. bei den Raupen der Wintersaateule eine Krankheit hervorrufen, deren Erreger *Bacillus agrotidis typhoides* Posp., zur Darmflora der Raupe gehört. Im anderen Fall erkrankten die Raupen von *E. segetum*, weil sie sich von Harnverbindungen vor der Überwinterung nicht befreit haben; aus den erkrankten Raupen bekam man eine Reinkultur von *Bacillus fluorescens liquaefaciens*.

Bei Untersuchungen über die Polyederkrankheit der Nonnen- und anderer Raupen ist es gelungen, durch tiefe Temperatur polyederkranke Raupen am Leben zu erhalten. Beim Versuch aus Polyederflüssigkeit eine Kultur des Erregers zu bekommen, wurde eine pathogene Hefe von der Gattung *Debaryomyces*, die aber im Körper der Raupe nicht gefunden werden konnte, gezüchtet. Mit dieser Hefe wurden Raupen von *Mamestra brassicae*, *Malacosoma neustria* und *Agrotis segetum* gefüttert: bis zu 50 % der Raupen erkrankten an Polyederkrankheit. Ähnliche Fütterungsversuche mit *Pieris brassicae* und P. *rapae* waren erfolglos. Der Verfasser vermutet, daß die kokkenähnlichen die Hypertrophie der Kerne und Bildung von Polyedern verursachenden Körperchen zu Symbionten der Raupe gehören und erst bei Verdauungsstörungen des Wirtes, sei es durch Fütterung mit feuchter fermentierter Nahrung oder durch Aufnahme von pathogener Hefe, die Erkrankung hervorrufen.

Prosoroff, S. S., Die Brandflächen („Gari") in Kiefernbeständen als Ansteckungsherde. — Mitteilungen des Sibirischen Instituts für Land- und Forstwirtschaft, Bd. 2, Heft 2, S. 1—54, Omsk 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Die Untersuchungen sind im Lehrrevier Tschumysch (Bez. Barnaul, Westsibirien) ausgeführt worden. Das Revier ist etwa 117 000 ha groß; die vorherrschende Holzart ist die Kiefer, dann folgen Lärche und Fichte, letztere sind nicht bestandesbildend; von Laubhölzern kommen am häufigsten vor Birke und Aspe. Die am meisten verbreiteten Waldtypen sind *Pinetum vacciniosum*, *P. herbosum*, seltener *P. cladoniosum*. Das Gebiet wurde wiederholt von starken Waldbränden heimgesucht; dadurch entstanden sehr günstige Brutstätten für verschiedene Waldschädlinge, von welchen besonders Borken-, Bock- und Prachtkäfer zu beachten sind.

Der häufigste und wirtschaftlich bedeutendste Schädling ist *Ips sexdentatus*. Die überwinterten Käfer legen ihre Eier in der Mitte Mai ab; Anfang Juni, nach erfolgtem Regenerationsfraß, schreiten die Käfer zum zweiten Brutgeschäft, das dritte wird Ende Juni besorgt. Die Altkäfer erzeugen also in einem Sommer 3 Bruten. Anfang Juli erscheinen die Jungkäfer aus den Maigängen und legen auch Eier ab, aus welchen im August neue Jungkäfer erscheinen. Die Geschwisterbrut aus den Junigängen ist bereits im Juli entwickelt, in demselben Sommer jedoch brüten diese Jungkäfer nur vereinzelt. Die durchschnittliche Entwicklungsdauer bei verschiedenen Stadien von *I. sexdentatus* ist: Ei 2 Tage, Larve 17 Tage, Puppe 6 Tage, Reifungsfraß des Jungkäfers 18 Tage. Befallen werden von ihm kränkelnde, jedoch meist nicht unterdrückte Kiefern; am Stamm geht er in der Regel nicht über 8 m Höhe. Bei Massenvermehrung werden auch fast gesunde Bäume nicht verschont.

Von anderen Borkenkäfern sind besonders *Ips acuminatus*, *Dendroctonus micans* und die beiden Waldgärtner, hauptsächlich aber *minor*, schädlich. Die Entwicklung von *I. acuminatus* stimmt im wesentlichen mit *sexdentatus* überein; der Käfer ist aber mehr primär.

Die Waldgärtner verursachen durch den Triebfraß beträchtlichen Schaden. Die Wirkung des Triebfraßes und seine Ausbreitung vom Herde aus wird eingehend geschildert.

D. micans brütete nur an Kiefern, Fichten wurden von ihm nicht befallen. Von anderen Kiefernschädlingen hat sich besonders stark vermehrt *M. galloprovincialis*, weniger stark *A. aedilis* und *S. buprestoides*. Der Flug von *M. galloprovincialis* beginnt Ende Juni und ist in der ersten Hälfte August am stärksten. Das Weibchen legt in die von ihr in der Rinde angefertigten „Eikerben" gewöhnlich 2 Eier (im ganzen 11 bis 24 Eier) ab. Die bald in das Holz eindringenden Larven fressen erst radiär gegen die Mitte des Stammes, sodann in der Längsrichtung und schließlich wieder in radiärer Richtung nach außen. Der Käfer hat im untersuchten Gebiet stets günstige Entwicklungsbedingungen, da die meisten Brände in den Monaten Mai-Juni, also vor seinem Schwärmen, stattfinden. Die Stärke des Befalls erreicht zuweilen 15 Larven auf 1 qdcm Stammoberfläche. Das Nutzholz ist beim starken Befall kaum noch als Brennholz zu verwerten. Wirtschaftlich bedeutungsvoll ist ferner der Ernährungsfraß des Käfers an jungen Kiefernzweigen, die später vertrocknen und abbrechen. Ein Bockkäfer befrißt durchschnittlich 26 Zweige.

Der Schaden von *A. aedilis* ist gering, da seine Puppenwiegen nicht tiefer als 1 cm ins Holz eindringen, dadurch wird nur die oberste Splintschicht entwertet. Der Käfer fliegt Anfang Mai. Zur Eiablage werden besondere Eigruben ausgefressen, manchmal werden dazu auch die Einbohrlöcher von *sexdentatus* benutzt, die das Weibchen etwas erweitert. Der Vorgang der Eiablage wird beschrieben.

Die Brandstätten als Insektenvermehrungsherde werden mit Rücksicht auf folgende Faktoren eingeteilt: Entstehungszeit, Intensität und Umfang des Brandes und Alter der

beschädigten Bestände. Bezüglich der Entstehungszeit wird zwischen Mai-, Juni- und Augustbränden unterschieden. Die Mai-Brandflächen werden im Juni von *Ips sexdentatus* und *I. acuminatus* (Geschwisterbrut) und im Juli von der neuen Generation derselben Arten befallen. Im August nistet sich *Monochamus* ein. Juni-Brandstellen werden nur von der zweiten Generation der beiden *Ips*-Arten sowie von *Monochamus* beflogen. Ein Teil der beschädigten Stämme wird erst im nächsten Jahr angegriffen, dasselbe gilt für alle Stämme der August-Brandstellen. Nach der Stärke des Brandes unterscheidet P. zwischen leichtem Lauffeuer, lang anhaltendem Bodenfeuer und Wipfelfeuer. Im ersten Fall ist der Insektenbefall recht gering und die Brandstätte als Vermehrungsherd ohne größere Bedeutung. Bei stärkerem Bodenfeuer aber werden die Stämme so weit geschwächt, daß sie einem Angriff der Schädlinge nicht widerstehen können und früher oder später absterben. Auf solchen Brandstellen haben die Schädlinge optimale Entwicklungsbedingungen. Wipfelfeuer hinterläßt kein geeignetes Brutmaterial, da die Stämme bereits zu trocken sind; die Zahl der Schädlinge ist hier minimal. — Das Bestandesalter ist insofern von Bedeutung, als nur das Baum- und Stangenholz zur Bildung eines Vermehrungsherdes geeignet ist, dagegen nicht die Jungwüchse und überständige Stämme. Die Entstehung einer Schädlingsgradation ist ferner von der Entfernung einer frischen Brandfläche vom nächstgelegenen Infektionsherd abhängig. Übersteigt diese 1 km, so ist mit einer Massenvermehrung, wenigstens im Jahre nach dem Brande, nicht zu rechnen.

Bei der Abwehr sind die Schutzmaßnahmen gegen Waldbrände von ausschlaggebender Bedeutung. Zur direkten Vertilgung der Schädlinge werden Fangschläge empfohlen. Das Werfen von Fangbäumen ist in riesigen Waldrevieren Sibiriens zu kostspielig.

Rimsky-Korsakoff, M. N., Beschädigungen der Bäume und Sträucher in den Parkanlagen des Leningrader Forstinstituts. — Mitteilungen des Leningrader Forstinstituts, Bd. 37, S. 269—300. Leningrad 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Beschreibung von wichtigsten in den Parkanlagen vorkommenden Beschädigungen (47 Arten). Auch die Lebensweise von verschiedenen Arten wird geschildert, so u. a. von *Kermes quercus*, *Chermes pectinatae*, *Chionaspis salicis*, *Dendrolimus pini*, *Stilpnotia salicis*, *Operopthera brumata*, *Abraxas sylavata*, *Eriocrania semipurpurella*, *Coleophora milvipennis*, *Melolontha hippocastani*, *Amphimallus solstitialis*, *Cryptorrhynchus lapathi* und *Lophyrus pini*. Besonders hervorgehoben werden *Epinotia rufimitrana*, *Tortrix viridana* und *Coleophora laricella*. *E. rufimitrana* befällt hauptsächlich *Abies balsamea*, zum Teil auch *A. sachhalinensis*, *A. arizonia* und *A. nobilis*; dagegen nicht *A. pectinata*, *A. nordmanniana* und *A. concolor*.

Bekämpfungsmaßnahmen werden angegeben.

Rudnew, D., Zur Biologie des *Eccoptogaster aceris* Kn. (*Ipidae*). — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 3—4, S. 517—519. Leningrad 1929.

Das Schwärmen beginnt in Südrußland (Gouv. Kiew) Anfang Juni, erreicht gegen Mitte Juni den Höhepunkt und flaut Ende des Monats ab. Nach der erfolgten Eiablage verlassen die Altkäfer, hauptsächlich die Männchen, ihre Brutgänge. Die Weichen bleiben meistenteils in den Gängen, wo sie auch zu Beginn der kalten Witterung sterben. Die Larven schlüpfen in der Mitte Juli; sie wachsen recht langsam und sind im Herbst noch kaum halbwüchsig. Mitte Mai bis Mitte Juni des folgenden Jahres verpuppen sie sich und liefern Jungkäfer von Anfang Juni an.

Der Käfer befällt sowohl liegende als auch stehende Stämme (meist *A. platanoides*, seltener *A. campestre*). Die mittleren Stammpartien sprechen ihm am meisten zu, doch werden auch basale Teile des Stammes und die Äste befallen. Die Gangform an stehenden und liegenden Stämmen ist gleich; die Richtung des Ganges ist, wie bei *B. piniperda*, an stehenden Stämmen stets von unten nach oben, an liegenden sowohl spitzen- als

basalwärts, jedoch ohne „Krücke". Liegender Stamm wird von unten und von den Seiten befallen, Oberseite bleibt verschont. Unter dünner Rinde absterbender Stämme greifen die Gänge tief in den Splint ein, die Puppenwiegen liegen tiefer im Holz; am frischen Material, zumal unter dicker Rinde, streifen sie den Splint nur leicht, die Larven verpuppen sich in der Rinde. Die Länge des Mutterganges schwankt zwischen 1 und 5 cm. Die Zahl der Larvengänge je Muttergang ist 10—112. Von den Feinden des Käfers wird *Dendrosoter protuberans* Nees genannt, der zum Teil 70% der Larven befallen hat; ferner ein Pilz, der an Larven und Puppen schmarotzt. Forstliche Bedeutung von *E. aceris* ist gering.

Rudnew, D., und **Parchomenko, V.,** Über die Schälzeit bei Fangbäumen. — Ljessowjedenje i Ljessowodstwo, Lief. 7, S. 178—187. Leningrad 1929.

Die Schälzeitfrage hat die Forstentomologen schon seit Ratzeburg lebhaft interessiert. Bei den Arten, die sich nicht im Holz verpuppen, raten manche Autoren erst beim Erscheinen der Puppen oder kurz vorher, mit dem Schälen zu beginnen; andere in der Zeit, da die Larven halbwüchsig sind, wieder andere ermitteln die Schältermine rein rechnerisch, d. h. nach einer bestimmten Zeit nach dem Einbohrgeschäft. Die meisten Forscher stimmen darin überein, daß das Entrinden von Fangbäumen während des Larvenstadiums vorgenommen werden muß. Man muß aber viel früher schälen, und zwar unmittelbar nach der erfolgten Eiablage. Späteres Schälen hat folgende Nachteile: Die Altkäfer werden nicht mit vernichtet, da sie die Gänge bereits früher verlassen haben; bei größerem Holzanfall besteht die Gefahr, daß die Schälarbeiten nicht rechtzeitig abgeschlossen werden können; die Spiegelrinde ist nur im frischen Zustand leicht zu entfernen; das Holz wird von der Blaufäule mehr befallen. Der Einwand, daß durch das frühe Schälen die Nachzüglerbrut nicht vernichtet wird, ist insofern von geringer Bedeutung, als der Hauptpflug sich innerhalb von 7—10 Tagen abspielt.

Saborowsky, E., und **Solwjoff, F.,** Der Maikäfer im Waldtypus *Pinetum callunosum.* (Nach den Beobachtungen in der Lehroberförsterei Pasche-Kopetzkoje, Gouv. Leningrad). — Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt des Leningrader landwirtschaftlichen Instituts, Bd. 6, Teil 4, S. 1—62. Leningrad 1929. Mit deutscher Zusammenfassung.

Im untersuchten Revier ist *M. hippocastani* schädlich aufgetreten; bis zu 43% der Kiefernnaturverjüngung ist von ihm vernichtet worden. Besonders stark heimgesucht werden Jungwüchse auf alten freiligenden Schlagflächen (12 Engerlinge je qm) und Jungwuchshorste auf Blößen (24 Engerlinge je qm). In hiebsreifen Beständen mit Vollbestandsfaktor über 0,5 wurden keine Engerlinge gefunden. Sande und anlehmige Sande werden gern aufgesucht, viel weniger lehmige Böden. In sehr feuchtem Boden kommt er nicht vor. Während der Vegetationsperiode sitzen die meisten Engerlinge (82%) 5—10 cm tief im Boden; zu Beginn der kalten Witterung gehen sie allmählich tiefer und überwintern in einer Tiefe von 1 m. Die Generation ist im Gebiet 5jährig. Nach den Ausmaßen des Kopfschildes können die Engerlinge in 3 scharf getrennte Gruppen geteilt werden: 1. einjährige Engerlinge (Länge des Kopfschildes 15 mm, Breite 24 mm), 2. zweijährige (Länge 25 mm, Breite 42 mm) und 3. drei- bis fünfjährige (Länge 42 mm, Breite 67 mm.) Vier- und fünfjährige Engerlinge lassen sich von den dreijährigen hauptsächlich nur durch Färbung und Beweglichkeitsgrad unterscheiden. Als vorbeugende Maßnahme wird in *Calluna*-Beständen Plenterwirtschaft vorgeschlagen.

Von anderen in der Oberförsterei vorkommenden Schädlingen verdienen noch *Evetria turionana* und der Pilz *Phacidium infestans* Beachtung.

Schischoff, K. M., Die Berechnung der Muttergänge von Borkenkäfern. — Sammelband des wissenschaftlichen Forstwirtschaftsvereins des Leningrader Forstinstituts, Bd. 2, S. 53—62. Leningrad 1929.

Zur Feststellung der Befalldichte bei den entomologischen Stammanalysen werden Rindenprobeflächen genommen und die Muttergänge gezählt; schwierig ist dabei, namentlich bei kleineren Probeflächen, die Berechnung von durchgeschnittenen Muttergängen. Es gibt verschiedene Rechnungsmethoden, die auf ihre Genauigkeit geprüft wurden. Es erwies sich, daß die Methode von *Jatzenkowsky* am genauesten ist. J. rechnet ganze Gänge = 1, durchgeschnittene Gänge = 0,5.

Sokanowsky, B., Über die Waldschädlinge des Gouv. Wladimir. (Aus den Arbeiten der Wladimirschen Pflanzenschutzstation.) — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 3—4, S. 521—526. Leningrad 1929.

Spondylis buprestoides erscheint Ende Juni. Die Käfer fliegen abends auf Schlägen und in der Nähe von Holzlagerplätzen. Die Eier werden an die Stammbasis und die Wurzeln abgelegt. Bevorzugt werden vom Feuer geschwächte Stämme, aber auch lebensfähige Stämme, zumal bei Massenvermehrung, werden nicht verschont. Die Larven fressen in den Wurzeln und im untersten Teil des Stammes, gehen jedoch nicht, von der Bodenoberfläche gerechnet, über 0,5 m Höhe. Darüber brüten hauptsächlich *Monochamus*- und *Criocephalus*-Larven. Die Verpuppung geschieht im Mai; die Generation ist einjährig. Das beste Gegenmittel ist das Roden und sofortiger Verbrauch der Stöcke. Unter den Feinden des *S. buprestoides* ist besonders der Ziegenmelker zu nennen.

M. sutor und *M. galloprovincialis* befallen mit Vorliebe liegende Kiefern, seltener Fichten, greifen aber auch stehende absterbende oder angesengte Stämme an. Am liegenden Stamm wird hauptsächlich die obere Hälfte bebrütet. Oft werden die von mißglückten Brutversuchen des Waldgärtners geschwächten Kiefern, gewöhnlich in Gesellschaft von *Ips acuminatus* und *Pissodes*, befallen. Der Flug von *Monochamus* wurde im Mai (1927) und Juni (1928) beobachtet. *M. quadrimaculatus* Motsch. wurde in gelockerten Kiefer-Fichtenmischbeständen in der Mitte Juni beobachtet. Er befiel liegende Fichten von der Stammbasis bis zur Spitze; die Mehrzahl der Larven wurde in den unteren Partien des Stammes gefunden. Die Larvengänge erreichen die Breite von 1,5 cm. Der technische Schaden ist groß. Die Generation ist wahrscheinlich einfach. — Sehr verbreitet ist ferner *Hylobius abietis.* Als Vorbeugungsmaßnahme wird das Schälen von Stubben und Entfernen von feucht liegenden Stammabschnitten, weil diese von *Hylobius* an der Unterseite mit Eiern belegt werden, empfohlen. Zur Vertilgung des Rüsselkäfers schlägt S. vor, in gefährdeten Stellen zahlreiche in verschiedenen Richtungen verlaufende, 2—3 m lange Stückgräben anzufertigen.

Weiter werden *Pissodes harcyniae* und *P. piniphilus* erwähnt. Ersterer wurde besonders zahlreich an Fichtenunterwuchs in Fichtenbeständen in der Nähe von Brandstätten beobachtet. Er gehört zu primären Schädlingen. Der Flug und die Eiablage sind auf den ganzen Sommer ausgedehnt. Seine Brut wird oft von Parasiten geplagt. *P. piniphilus* wurde an kränkelnden und absterbenden Stämmen beobachtet. Frisch gefällte Stämme werden sowohl im Mai als auch im August sofort angegangen. Kopulierende Pärchen werden während des ganzen Sommers angetroffen; die Eier werden hauptsächlich im Juni-Juli abgelegt. — Von Borkenkäfern sind besonders stark verbreitet: an Kiefer die beiden Waldgärtner und *Ips acuminatus*, an Fichte *Ips typographus.* Einige Angaben über *Orthotomicus starki* und *Cryphalus saltuarius.*

Sokanowsky, B., Notizen über die Systematik und geograpische Verbreitung der paläarktischen Borkenkäfer. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 1 bis 2, S. 211—212. Leningrad 1929.

Handschriftliche Berichtigungen von Eggers zu seinen eigenen ipidologischen Arbeiten (in „Entomolog. Blätt.“) werden veröffentlicht.

Stark, N., Die Feinde des Waldes. 288 Seiten, 104 Abb. — Verlag Gossisdat, Leningrad-Moskau 1929. (Ref. in Plant Protection, Bd. 6, S. 575.)

Ein Nachschlagebuch für Forstpraktiker und Lehrbuch für technische Forstschulen. Die Schädlinge werden nach den wichtigsten Fraßpflanzen besprochen. Der allgemeine Teil behandelt Insektenschäden, Massenvermehrungen und ihre Ursachen und Maßnahmen zur Bekämpfung von Schädlingen. Besonders ausführlich werden die Nadelholzschädlinge bearbeitet.

Stark, V., Die Entstehung von Borkenkäferassoziationen unter dem Einfluß der Bestandesdichte. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 3—4, S. 389 bis 393. Leningrad 1929.

Das Vorhandensein oder Fehlen von bestimmten Borkenkäferarten im Bestande ist nicht nur von Holzarten des betreffenden Bestandes abhängig; es gibt ferner gewisse Faktoren, namentlich Bestandesalter und Dichte, die für die Bestandesfauna maßgebend sind.

Für das untersuchte Gebiet gibt S. 16 Artenverzeichnisse nach verschiedenen Waldtypen geordnet. Am reichhaltigsten sind die Kiefern-Fichtenbestände (46 Arten), am ärmsten: Kiefer auf Moor (7 Arten), Erlenbrüche (5 Arten) und reine Birkenbestände (3 Arten). Die Verzeichnisse stellen das summarische Ergebnis von zahlreichen Analysen dar, ohne Rücksicht auf Alter und Dichte des Bestandes. Wenn die Waldtypen jedoch nach Altersklassen und Bestockungsgraden untersucht werden, so zeigen die Ergebnisse mehr oder minder bedeutende Abweichungen. Im allgemeinen wächst mit dem Bestandesalter auch die Artenzahl und erreicht im hiebsreifen Alter das Maximum. Im Verhältnis zur Bestandesdichte liegt das Maximum der Artenzahl durchschnittlich beim Bestockungsgrad (Vollbestandsfaktor) 0,5. In dichteren und lichteren Beständen sinkt die Artenzahl; ihren Tiefstand hat sie beim Vollbestandsfaktor 0,1. Verschiedene Borkenkäferarten, wie z. B. *E. scolytus*, *C. pusillus* und *P. bidens*, werden vom Bestockungsgrad nicht beeinflußt. Andere dagegen treten nur bei einem bestimmten Bestockungsgrad auf (*C. saltuarius* bei 0,1, *I. duplicatus* bei 0,1 und 0,5). Nicht nur die Artenzahl, sondern auch die Individuenzahl einer Art wird durch die Bestandesdichte bedingt. Die Befalldichte steht im umgekehrten Verhältnis zum Bestockungsgrad.

Telenga, N., Parasiten aus der Familie *Ichneumonidae*, gezogen in der Kubaner Pflanzenschutzstation im Jahre 1927. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 1—2, S. 225—226. Leningrad 1929.

Es wurden gezüchtet: aus den Raupen von *Pieris brassicae Anilastus ebeninus* Grav. und *Angitia rapae* Meyer; aus den Puppen von *Lymantria dispar Pimpla instigator F.* und *Theronia atalantae* Poda; aus den Puppen von *Euproctis chrysorrhoea. Malacosoma neustria* und *Pieris brassicae Pimpla instigator* F.; aus *Cacoecia rosana Stictipisthus complanulatus* Hol.; aus den Raupen und Puppen von *Plutella maculipennis Angitia fenestralis* Holmgr. resp. *Diadromus subtilicornis* Gr.; aus den Raupen von *Hyponomeutha malinellus Angitia chrysosticta* Gmel. und *A. armillata* Grav.; aus den Puppen derselben Art *Pimpla maculator* F.; *P. examinator* F.; *Agrypon stenostigma* Thoms.; *Ichneumon* sp., *Mesoleius* sp. und *Chorinaeus tricarinatus* var. *nigrofemur* nov.; diese Varietät wird in deutscher Sprache beschrieben.

Znoijko, D., Kurze Bestimmungstabelle der in USSR. vorkommenden Larven der Carabiden-Gattungen und Beschreibung der Larven von *Zabrus tenebrioides* Goeze, *Harpalus pubescens* Müll. und *Amara equestris* Duft. — Plant Protection, Bd. 6, Nr. 3—4, S. 335—360. Leningrad 1929.

Enthält auch kurze Angaben über die Biologie und Ernährung der Larven einzelner Gattungen.

Einzelreferate.

Bodenheimer, F. S., Materialien zur Geschichte der Entomologie bis Linné. Bd. I, X und 498 Seiten mit 155 Abbildungen, 24 außer Text. Bd. II, IV und 486 Seiten mit 100 Abbildungen. Berlin, W. Junk, 1928—1929. Preis RM 100,—.

Schon der Entschluß zu einem solch ungeheuer schwierigen Unternehmen, wie es mangels jeder Vorarbeit eine Geschichte der Entomologie von den ersten Anfängen der Seidenkultur in China bis zu Linné darstellt, bedeutet großen Mut und großes Kraftbewußtsein. Diesen Entschluß nun auch ausgeführt und in so meisterhafter Weise zu Ende geführt zu haben, wie es Bodenheimer in den beiden vorliegenden Bänden getan, zwingt uns zu restloser Bewunderung! Ich wüßte keine zweite entomologische literarische Erscheinung der letzten Dezennien, die Bodenheimers Geschichte an Wucht und Größe zur Seite gestellt werden könnte. Ich wüßte auch kaum eine zweite Publikation in der gesamten entomologischen Literatur, die so anregend wirkt wie der Inhalt dieses Standardwerkes.

Bodenheimer hat auf allen größeren Bibliotheken Europas die Originale eingesehen und studiert. Er hat sich jedoch nicht damit begnügt, einfach zu kopieren und diese Kopien nach ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge aneinanderzureihen, sondern hat mit kritischem Sinn gesichtet und nach Art des echten Historikers Verbindungen zwischen den Einzelerscheinungen und den verschiedenen Epochen hergestellt. Es ist so ein einheitliches Ganze entstanden voll von kraftvollem Leben, das den Leser mitreißt und zum Nachdenken und Vergleichen zwingt. Es sollte nunmehr, nachdem wir diese herrliche Geschichte der Entomologie besitzen, als Forderung erhoben werden, daß jeder, der Entomologie studiert, sich mit dem Inhalt des Bodenheimerschen Werkes vertraut macht — schon aus dem Grunde, um den modernen Jünger der Wissenschaft vor dem gefährlichen einseitigen, kleinlichen Spezialistentum und auch vor Überheblichkeit zu bewahren.

Ich bin überzeugt, daß jeder, der wahre Begeisterung für die Wissenschaft besitzt, höchsten Genuß beim Lesen der Bodenheimerschen Geschichte empfinden wird. Der Genuß wird durch das reiche Bildmaterial von seltenen Handschriften und köstlichen Zeichnungen, die in ihrer Naivität starke Wirkung ausüben, noch erhöht. Daß überall die angewandte Entomologie besonders ausgiebig zu Worte kommt, ist darin begründet, daß es in alten Zeiten lediglich der Nutzen und Schaden war, der die Menschheit zur Beschäftigung mit den Insekten geführt hat.

Bodenheimers Werk steht über jeder Kritik. Es gehört als unentbehrliches Handbuch nicht nur in jede entomologische und zoologische und überhaupt naturwissenschaftliche, sondern auch in jede kulturhistorische Bibliothek.

Um einen Begriff zu geben von der Vollständigkeit und Vielseitigkeit des Werkes, sei hier eine kurze Inhaltsübersicht gegeben:

Band I: Die orientalische Urzeit (Ostasiatischer Kulturkreis, Altes Ägypten, Mesopotamien, Bibel, Talmud). — Das europäische Altertum (Die griechische Entomologie vor Aristoteles, Aristoteles, Theophrast, Dioskorides. — Plinius, Landwirtschaftliche Entomologie, Bienenkunde, Seidenspinner bei den Römern, Aelian) — Das Mittelalter (Die Physiologus, Isidorus von Sevilla, Das 11. Jahrhundert, die heilige Hildegardis, die erste Aristotelische Renaissance. — Die Entomologie der arabischen Epoche. Das scholastische Mittelalter: Thomas von Cantimpre, Albertus Magnus, Von Vinzenz von Beauvais bis Petrus Candidus December, Petrus de Crescenzi, Die Bienenzucht im Mittelalter. — Aus der Entomologie des 16. Jahrhunderts, Olaus Magnus, Wotton, Insektenprozesse und Insektenbeschwörungen usw.) — Die Neuzeit (Aldrovandi, Mouffet, Johnston, Charleton und Sperling, Ältere Lokalfaunen: Schwenckfeld, Bauhin, Baldner. — Redi, Bacon, Harvey,

Malpighi, Swammerdam, Leeuwenhoek, Hooke, Goedart, Maria Sibylla Merian, Vallisnieri, Reaumur, J. L. Frisch, Roesel von Rosenhof, Bonnet, Ray, Albin, W. Gould).

Band II: Die Neuzeit (Fortsetzung). I. Die Landwirtschaftliche Entomologie, Heuschrecken-Jahre, Bienenzucht und Bienenkunde bis 1750, Seidenbau und Seidenindustrie, Ungeziefer. — II. Die gelehrten Gesellschaften und Akademien. — III. Erweiterung des Formenkreises durch die Entdeckungsreisen. — IV. Zur Geschichte der Schildlauskunde. — V. Besondere Natur-Ereignisse, Physikotheologen usw. — VI. Insektensammlungen, Fang und Präparation der Insekten, Geschichte der Insekten-Illustrationen. — VII. Beginn der Glanzzeit der Systematik: Linné. — Tabellen des vorlinnéischen Insekten-Bestandes (146 S.!) — Index (ca. 3000 Eintragungen von Autoren- und Insektennamen).

Die Ausstattung des Werkes ist vorzüglich, der Preis für die heutige Kaufkraft leider etwas hoch, doch in Anbetracht des Umfanges und der Ausstattung nicht als unangemessen zu bezeichnen. K. E.

Vayssière, P., Les Insectes nuisibles au Cotonnier dans les Colonies francaises. — Faune des Colonies Francaises. Tome 4. S. 193—439. 57 Abb. und 18 Taf. Paris 1913. Preis Frcs. 60,—.

Das Buch enthält eine wertvolle Zusammenstellung der wichtigsten Baumwollschädlinge der Tropen und Subtropen. Einer guten Beschreibung, mit vielen Abbildungen belegt, folgen stets Abschnitte über Verbreitung, Nährpflanzen, Entwicklungszyklus, Schaden und Bekämpfung, nebst natürlichen Feinden. Bei den Großschädlingen sind ökologische Betrachtungen eingeflochten. Auf einige interessante Einzelheiten sei kurz hingewiesen.

Bei der Heuschreckenbekämpfung tritt V. sehr für die ausgiebige Verwendung von Arsenmitteln ein, da auch subletale Dosen bereits die Sterilität herbeiführen. Bezüglich *Platyedra gossypiella* Sdrs. neigt V. zu der Ansicht, daß die Art sowohl in Afrika wie in Asien, wie in Australien einheimisch sei, also im ganzen alten Gondwanakontinent. Sie ist also sowohl in Madagaskar, wie in Neukaledonien und den Hebriden heimatberechtigt. Für das Genus *Dysdercus*, das in Afrika wichtige Baumwollschädlinge umfaßt, wird der Bestimmungsschlüssel von Schoutenden wiedergegeben. Bezüglich der an Baumwolle auftretenden *Dysdercus*-Arten scheint es immer sicherer zu werden, daß die auf die Baumwolle wandernden Individuen eine vom Typ abweichende Färbung haben. Vielleicht handelt es sich hierbei um analoge Phänomene zu den Phasen der Wanderheuschrecken. Die Blattlaus *Aphis gossypii* Glov. scheint sich in den Tropen nur asexuell fortzupflanzen.

Weitere 15 Baumwollschädlinge sind ausführlich, zahlreiche andere kürzer besprochen. Das Buch, das neben den Sendungen und biologischen Beobachtungen aus den französischen Kolonien, die einschlägige Literatur sorgfältig verarbeitet enthält, ist für jeden über Baumwollschädlinge arbeitenden Entomologen von großem Wert.

F. Bodenheimer.

Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig. Vieweg & Sohn, 1927. XII u. 246 S. 62 Fig. RM 15,—, geb. RM 17,—.

Wiewohl schon 1927 erschienen, scheint dieses Buch in den biologischen Kreisen bisher noch keineswegs genügend bekannt geworden zu sein und noch nicht die gebührende Beachtung gefunden zu haben. Unnötig zu sagen, daß das Klima der bodennahen Luftschicht dasjenige ist, mit dem wir es in einem Großteil der Fälle bei unseren Pflanzenschutzfragen eigentlich zu tun haben. Allgemeine klimatologische Bücher können uns für unsere Aufgaben verhältnismäßig wenig bieten, weil es sich darin hauptsächlich um den mittleren Zustand der Atmosphäre zu handeln pflegt, uns aber die Kombination der verschiedenen Verhältnisse der Atmosphäre und der Oberfläche der Erde meh

angeht, indem dadurch die Geeignetheit einer Gegend für das Leben der Organismen bedingt ist: also die Mikroklimatologie ist es, die uns recht eigentlich angeht. Die allgemeine Klimakunde „schildert lediglich das für den Menschen und seine Lebensgewohnheiten maßgebende Klima“ (Geiger). Somit sind die Zahlen der klimatologischen Jahrbücher ungenügend, ja irreführend für viele Fragen, mit denen wir zu tun haben. Doch handelt es sich, sagt der Verf., in dem vorliegenden Buch nicht um eine praktische Meteorologie; dieser Begriff ist umfassender; Verf. erinnert dabei an die zahlreichen neuen Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Witterung und Ernteertrag.

Aus dem Inhalt, der um so reicher ist, da der Stoff in konzentrierter Form gebracht wird, kann hier nur weniges angeführt werden. Ein Beispiel: das Hangklima. Die kälteste Hangrichtung ist zwar die nördliche. Die Lage der wärmsten Hangrichtung wechselt aber im Laufe des Jahres. Dies hängt mit dem Wechsel der Feuchtigkeit zusammen, das Temperaturmaximum pflegt daher nicht im Süden zu liegen, sondern gegen Südwesten verschoben zu sein. Ein Diagramm zeigt die Unterschiede der Bodentemperatur in den einzelnen Hangrichtungen. Der dritte Abschnitt behandelt die spezielle Pflanzenklimatologie. Daraus seien als Beispiele genannt: Einfluß der Holzart auf die Temperaturverhältnisse. Klimaunterschied zwischen zwei Föhrenbeständen mit geschlossenem Kronendach und mit Stufenschluß. Verteilung des Regens im Walde. Der vierte Abschnitt betrifft den Schadenfrost in der bodennahen Luftschicht. Es wird noch gute Weile haben, bis wir von einer „speziellen Schädlingsklimatologie“ werden sprechen können. Damit sie entsteht aber, sei jedem, der mit Pflanzenschutz zu tun hat, empfohlen, sich den Inhalt dieses Buches so zu eigen zu machen, daß er, der doch dauernd auf die Bedeutung des Klimas stößt, von richtigen Voraussetzungen ausgeht.

K. Friederichs.

Abderhalden, E., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX. Teil 7. H. 1 (Lieferung 346). Berlin u. Wien (Urban & Schwarzenberg) 1931. Preis RM 13,—.

Den größten Raum der vorliegenden Lieferung nehmen zwei Abhandlungen von E. N. Pawlowsky (Leningrad) ein, die für den angewandten Entomologen großes Interesse besitzen und die von Sammeln, Züchtung und Untersuchung der Zecken (S. 11—96) und der Flöhe (96—160) handeln. Jeder der sich mit diesen Parasiten beschäftigt, findet hier alles Methodologische in übersichtlicher Weise und durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, dargestellt.

Außerdem enthält die Lieferung noch einen kleinen Beitrag von Ernst Marcus über „Materialbeschaffung, Lebendbeobachtung und Haltung von Tardigraden“ und endlich eine längere Abhandlung (S. 161—226) von P. A. Chappuis über „Methodik der Erforschung der subterranen Fauna“.

K. E.

Volterra, V., Leçons sur la théorie mathematique de la lutte pour la vie. — Cotiers Scientif. Fasc. 7. 210 pag. Paris 1931.

Dies ist die Niederschrift von Vorlesungen, die der Verf., Professor an der Universität Rom, und Paris hielt über den Einfluß, den der Kampf unter den Lebewesen auf das „biologische Gleichgewicht“, also auf ihr quantitatives Auftreten hat. Es handelt sich um eine zusammenfassende Darstellung der Theorien, die Verf. seit 1925 darüber veröffentlicht hat. Er erwähnt in der Vorrede die Anwendung, die sie in dem Buch des Ref. über die „Grundfragen“ gefunden haben, und geht im Schlußkapitel auf die Beziehungen dieser Theorien zu den in der Epidemiologie der Schädlingsplagen, der Ökologie überhaupt, herrschenden Anschauungen ein. Jeder, der epidemiologisch tätig ist, wird künftig diese mathematische Behandlung des Gegenstandes berücksichtigen müssen, welche den bisher mehr oder weniger vagen Vorstellungen vom „biologischen Gleichgewicht“ erst Rückgrat und Exaktheit verleiht, soweit die Bevölkerungsbewegung biocönetisch bedingt ist.

K. Friedrichs.

Przibram, Hans, Experimental-Zoologie. 7. Zootechniken. VIII u. 270 S. u. 10 Taf. Leipzig u. Berlin (Fr. Deuticke) 1930. Preis RM 30,—.

Mit dem vorliegenden 7. Band ist das Werk Przibrams abgeschlossen. Während die bisher erschienenen 6 Bände den Ergebnissen der Experimental-Zoologie gewidmet sind, bringt der vorliegende Band gewissermaßen als Ergänzung hierzu die Methodik und Technik. Nach einer Einleitung, die sich mit dem Wesen der experimentellen Methode, der Aufstellung des Arbeitsplans, und den Fehlerquellen der Methodik beschäftigt, folgt als Hauptabschnitt eine eingehende Darstellung der Versuchsführung bezw. der Technik der Experimental-Zoologie, die von der Auswahl der Arbeitsstätte beginnt und alle Arten und Richtungen des Experiments behandelt. Der nächste Abschnitt betrifft die Darstellungsarten der Experimental-Zoologie (geometrische, mathematische, schriftliche, bildliche und plastische Darstellung).

Den Schluß bildet ein kurzes Literaturverzeichnis. Auf 10 Tafeln werden die Geräte und Apparate usw. bildlich dargestellt.

Zu bedauern ist, daß Verf. die experimentellen Arbeiten, die gegenwärtig in der angewandten Entomologie vorherrschen, so wenig berücksichtigt hat. Die theoretische Zoologie scheint immer noch zu glauben, an den Forschungen der angewandten Entomologie vorübergehen zu können — sehr zu ihrem Schaden. Namen wie Bodenheimer, Blunck, Pierce, Shelford, um einige herauszugreifen, dürfen in einem Werk, das speziell die Experimental-Zoologie behandelt, nicht fehlen. Auch scheinen dem Verf. die vielen Apparate, die in der angewandten Entomologie heute (besonders in Amerika) im Gebrauch sind, zur Nachahmung von verschiedenen Klimatas usw. nicht bekannt zu sein. In einer 2. Auflage sollte diese Lücke unbedingt ausgefüllt werden.

K. E.

Hoch, Fr. A., Albert Koebele, ehemals amerikanischer und hawaiischer Regierungsentomologe, ein Vorkämpfer und Organisator der biologischen Schädlingsbekämpfung. — Ein Lebensbild eines verdienten Badeners im Ausland. Mit 1 Portrait. Waldkirch i. Brsg. (Waldkircher Verlagsgesellschaft) 1930.

Verf. sucht in der kleinen Schrift „das Lebensbild und die Verdienste Koebeles um die Förderung der biologischen Schädlingsbekämpfung seinen badischen Landsleuten und Heimatgenossen näher zu bringen". Jedoch weit über Badens Grenze hinaus sollte die anspruchslose, aber mit um so größerer Liebe geschriebene Lebensgeschichte des originellen und in der Geschichte unserer Wissenschaft einen dauernden Ehrenplatz einnehmenden Mannes gelesen werden. Alles was Hoch über Koebeles Abstammung und Jugend, über seine Auswanderung nach Amerika, über seine Tätigkeit als praktischer Entomologe in Kalifornien und auf Hawai und über seine Familie schreibt, ist so interessant und fesselnd, daß man es gerne öfter liest. Das hohe Lied vom wirklich tüchtigen Mann, der sich trotz der widrigsten äußeren Verhältnisse durchsetzt, klingt hell aus der Schrift heraus, die jeder Entomologe lesen sollte. K. E.

Die Rohstoffe des Tierreichs. Herausgegeben von F. Pax und W. Arndt. 4. Lieferung (Bd. I, Bogen 11—20).

Von dem verdienstvollen, für die Wissenschaft wie für die Praxis (Handel, Industrie usw.) gleich wertvollen Werk, das in dieser Zeitschrift schon des öfteren besprochen ist, liegt nun die Lieferung 4 vor. Sie enthält in Kapitel I den Schluß der Behandlung der Fette, Öle, Lipoide, Wachse und Sterine rezenter Tiere, während im II. Kapitel die fossilen Bitumina und im III. Kapitel die tierischen Häute und Membrane besprochen werden. Die Darstellung ist wie bei den vorigen Lieferungen kurz und prägnant und gibt über alles Wesentliche in klarer Weise Auskunft. K. E.

Bodemeyer, Bodo von, Über meine entomologischen Reisen nach Kleinasien (1911), Ost-Sibirien, Schilka und Amur (1912), Tunis, Oasis Gafsa, Khroumerie (1913) und Iran, das Elbrusgebirge (1914). Bd. IV. Das Elbrusgebirge. Mit 1 Volltafel. 71 S. Stuttgart (Alfred Kernen). Preis RM 3,50.

Verf. gibt eine sehr anschaulich und frisch geschriebene Schilderung seiner Elbrus-Reise, bei deren Lektüre Referent viel Genuß empfand und außerdem eine starke Sehnsucht bekam, wieder hinauszuziehen auf die Insektenjagd wie ehedem vor 30 und 40 Jahren, unbesorgt und begeistert über jeden neuen Fund. Jedem Sammler wird es beim Lesen des v. Bodemeyerschen Reiseberichtes ebenso ergehen. K. E.

Schlumberger, Otto, Hilfsbuch für die Hagelabschätzung. Mit 20 Farbendrucktafeln nach Originalen von Aug. Dressel. (Pareys Taschenatlanten Nr. 9.) Berlin, Verlag von Paul Parey, 1930. Geb. RM 5,50; Kart. RM 5,—.

Um zu einer richtigen Hagelabschätzung zu gelangen, muß sich der Hagelschätzer bei jeder Vorbesichtigung und Abschätzung stets folgende Fragen vorlegen: 1. Sind Krankheiten und Schädlinge bereits vor dem Hagel auf dem Felde vorhanden gewesen, und in welchem Umfange werden diese allein die Ernte voraussichtlich herabdrücken? 2. Läßt der durch das Auftreten von Krankheiten geschwächte Gesundheitszustand oder das dadurch verursachte Zurückbleiben in der Entwicklung erwarten, daß sie durch Hagelschlag mehr leiden als gesunde Bestände? 3. Kann die Ausbreitung der bereits vor dem Eintritt des Hagelschlags vorhandenen Krankheiten durch den Hagel begünstigt und dadurch der Schaden vergrößert werden? 4. Können der durch den Hagel verursachte Wachstumsstillstand oder Nachwuchs und die Hagelwunden dem Befall durch pilzliche und tierische Schädlinge Vorschub leisten? 5. Kann das durch Krankheiten hervorgerufene Schadensbild mit Hagelbeschädigungen und deren Folgeerscheinungen verwechselt werden?

Um all diese Fragen beantworten zu können, stellt der vorliegende Handatlas ein vortreffliches Hilfsmittel dar. Behandelt sind nur die wichtigsten für die Hagelversicherung in Frage kommenden Kulturpflanzen, Getreide, Hülsenfrüchte und Ölfrüchte. Die Darstellung der einzelnen Krankheiten ist kurz und präzise, die von Dressel gemalten Tafeln bringen die Schadbilder in sehr charakteristischer Weise zur Darstellung. Der neue Atlas wird sicher allenthalben sehr willkommen sein. K. E.

Richmart, Hans, Praktische Anleitung zum erfolgreichen Seidenbau. Leben und Aufzucht des Seidenspinners, Anzucht und Kultur der Maulbeere. 14. Aufl. Dessau (M. Salzmann), 1928. Preis RM. 2,60.

In kurzer leichtverständlicher Weise führt der Verf. den Leser in die Praxis des Seidenbaues ein. Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick über das Seidengewerbe wird die Bionomie des Seidenspinners behandelt, ferner die Krankheiten der Raupe, die Zuchtmethoden, das Abhaspeln der Kokons, Zwirnen und Verweben des Seidenfadens, die Eiergewinnung, Aufbewahrung der Eier usw. In der gleichen Weise wird auch die Nährpflanze des Seidenspinners, die Maulbeerpflanze, ihre Zucht, Vermehrung, ihre Krankheiten und Wege der Heilung besprochen.

Daß Verfasser mit der Art der Darstellung den Bedürfnissen der Praktiker in weitgehendem Maße entspricht, geht schon daraus hervor, daß nach 2 Jahren bereits die 14. Auflage (26. bis 30. Tausend) notwendig geworden ist. Dies spricht des weiteren auch für das stets steigende Interesse, das in Deutschland der Seidenzucht entgegengebracht wird. K. E.

Forstlexikon. In Verbindung mit zahlreichen Mitarbeitern herausgegeben von J. Busse. Mit 973 Textabbildungen. Dritte neubearbeitete Auflage. Zwei Bände, 1225 Seiten, Lexikonformat. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis der zwei Bände in Halbleder RM 70,—.

„Der Strom unserer forstwissenschaftlichen Literatur fließt immer breiter" — so schrieb in seinem Vorwort zur ersten Auflage Professor Dr. von Fürst. „Mit gutem Recht kann dieser Ausspruch heute nach 40 Jahren wiederholt und damit die Neuerscheinung des Forstlexikons begründet werden.

Mit außerordentlichem Eifer ist in den letzten Jahren und Jahrzehnten auf allen forstlichen Gebieten gearbeitet worden. Die Zahl der forstwissenschaftlichen Veröffentlichungen, an denen sich zunehmend auch das Ausland beteiligt, ist ungewöhnlich hoch, ihr Inhalt kaum noch übersehbar. Die Schwierigkeiten, einen Überblick über alle neuzeitlichen forstlichen Fragen zu behalten, sind daher — besonders für den forstlichen Praktiker — sehr groß.

In diesem Labyrinth will das Forstlexikon Führer sein. Durch seine Kennworte hat es die Wege zum Ziel vorgezeichnet, das Ziel selbst wird durch das Studium der Texte erreicht. Wer bis an die letzte Quelle vorzudringen wünscht, schlägt in der Spezialliteratur nach, auf welche allenthalben hingewiesen ist.

Der breiter und stärker fließende Strom unserer forstwissenschaftlichen Literatur hat auch seine Ufer erweitert. Der alte Rahmen des Lexikons mußte gegen einen neuen ausgetauscht werden. Äußerlich tritt diese Erweiterung dadurch hervor, daß das Lexikon sowohl in größerem Format als auch statt in einem, jetzt in zwei Bänden erscheint und die Zahl der Kennworte annähernd verdoppelt und die der Abbildungen stark vermehrt wurde. Auch insofern ist eine Änderung eingetreten, als viele alte Kennworte und Abbildungen gestrichen und das bisher weitgehend aufgeteilte Gebiet der Jagdkunde zusammengefaßt und scharf begrenzt wurde."

Das Ziel, das sich der Herausgeber nach seinen hier zitierten Worten aus dem Vorwort gesteckt hat, ist voll und ganz erreicht. Die einzelnen Artikel bringen in kurzer und prägnanter Form alles Wissenswerte nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik. Dafür bürgt schon die Liste der Mitarbeiter, die sich aus anerkannten Autoritäten auf den verschiedenen Gebieten zusammensetzt. Es wird kaum eine Frage von forstlicher Bedeutung geben, auf die hier nicht zuverlässige Auskunft erteilt wird. Die zahlreichen forstentomologischen Artikel stammen aus der Feder von Professor Keller (Zürich); sie enthalten im allgemeinen das Wichtigste über Bionomie, die Schäden, die Bekämpfung usw. der einzelnen Insekten. Hier sind allerdings nicht immer die neuesten Forschungsergebnisse berücksichtigt (was bei dem hohen Alter des inzwischen verstorbenen Autors wohl verständlich ist); so fehlt z. B. bei der Bekämpfung der Großschädlinge (Nonne, Eule, Spanner) der Hinweis auf die in den letzten Jahren so große Bedeutung erlangte Arsenbekämpfung mittelst Flugzeug und Motorverstäuber, durch welche diesen Waldzerstörern der Hauptschrecken genommen ist. Doch ist an anderer Stelle des Lexikons (unter Arsenpräparate, Flugzeug) diese neueste Waffe ausführlicher behandelt.

Die III. Auflage des Forstlexikons ist eine ganz hervorragende Leistung, ein Nachschlagewerk von höchstem Wert, das jedem, der mit forstlichen Fragen, sei es als Praktiker, Wissenschaftler, Verwaltungsbeamter oder Politiker zu tun hat, wärmstens zu empfehlen ist. Die Ausstattung ist in jeder Beziehung vortrefflich, die geschmackvollen, gediegenen Lederbände stellen einen Schmuck jeder Bibliothek dar. K. E.

Beißner-Fitschen, J., Handbuch der Nadelholzkunde. Systematik, Beschreibung, Verwendung und Kultur der Ginkgoaceen, Freiland-Coniferen und Gnetaceen. Für Gärtner, Forstbeamte und Botaniker. Mit Beiträgen von Prof. Dr. Klebahn, Reg.-Rat Dr. Sachtleben und

Gartendirektor O. Luyken. Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage von Beißners Nadelholzkunde. 781 Seiten, mit 204 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1930. Preis geb. RM 42,—.

Die klassische Nadelholzkunde Beißners liegt nun in dritter völlig neubearbeiteter Auflage vor, die, nachdem Beißner 1927 gestorben, von Fitschen besorgt wurde. Dieselbe verdient höchstes Lob nicht nur in bezug auf Gestaltung des Textes, sondern auch bezüglich der Beigabe zahlreicher trefflicher neuer, meist nach photographischen Aufnahmen hergestellten Abbildungen. Von den Praktikern werden die Bestimmungstabellen besonders begrüßt werden, die es dem Interessenten ermöglichen, zu einer sicheren Bestimmung der zahlreichen Coniferen zu gelangen. Die Bearbeitung des 3. Teils (Kultur der Freilandconiferen) wurde von Luyken, die des 4. Teils (Krankheiten der Coniferen) von Sachtleben (tierische Schädlinge) und Klebahn (pflanzliche Schädlinge) übernommen. Unter den tierischen Schädlingen spielen die Insekten die Hauptrolle, die auf ca. 50 Seiten abgehandelt werden; vielleicht wäre hier eine Einteilung der Schädlinge nach Holzart und Pflanzenteil zweckentsprechender gewesen.

Das Werk ist in erster Linie für Parkbesitzer, Dendrologen und Gärtner bestimmt, für die es unentbehrlich ist; doch auch der angewandte Entomologe wird häufig nach ihm greifen müssen, wenn ihm Schädlinge oder Fraßstücke von ausländischen in Parks oder Gärtnereien stehenden Coniferen eingesandt werden. — Die Ausstattung ist vorbildlich, der Preis im Verhältnis hierzu sehr mäßig. K. E.

Band XVIII, Heft 2.

Originalaufsätze.

Der Hemlockspanner Ellopia fiscellaria Hb. und seine natürlichen Feinde.

Von

Dipl. Ing. **Karl Schedl,** Ottawa (Kanada).

(Mit 32 Abbildungen.)

Die im folgenden geschilderten Untersuchungen wurden im Auftrage der entomologischen Abteilung des kanadischen Ackerbauministeriums im Jahre 1928 durchgeführt. Der Grund hierfür war eine Massenvermehrung des Hemlockspanners im südwestlichen Teil der Provinz Ontario (s. Abb. 1, 2). Mit der Erforschung dieses noch wenig bekannten Insektes war der Versuch der Flugzeugbekämpfung verbunden worden. Während die Flugzeugbekämpfung von Herrn Staatsentomologen J. J. de Gryse geleitet wurde, war der Gefertigte mit der Erforschung der Biologie betraut gewesen.

Einleitend soll betont werden, daß die gewonnenen Daten aus einem Beobachtungsjahr stammen und deshalb selbstverständlich nur den Beginn einer biologischen Studie darstellen können. Um eine Nachprüfung zu erleichtern bezw. überhaupt nutzbringende Anwendung der erhaltenen Ergebnisse zu gewährleisten, werden die Methoden der Versuchsanstellung jeweils mitgeteilt werden.

Die vorhandene Literatur biologischen Inhaltes beschränkt sich auf einen Artikel von S. B. Fracker, welcher im Sommer 1925 im nördlichen Michigan Herde von Massenausbrüchen dieses Insektes besuchte bezw. Flugzeugbekämpfung einleitete und einigen kurzen nicht veröffentlichten Berichten der obengenannten entomologischen Abteilung.

Die Identität des Hemlockspanners ist noch nicht vollständig sichergestellt; Näheres hierüber wird Herr J. J. de Gryse in einem späteren Artikel mitteilen. Seit den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden verschiedene Male Massenvermehrungen unter verschiedenen

Namen von Britisch Columbien und dem östlichen Amerika gemeldet, welche höchstwahrscheinlich auf den Hemlockspanner zurückgeführt werden könnten. Im östlichen Kanada sind zwei deutliche Ausbruchstypen fest-

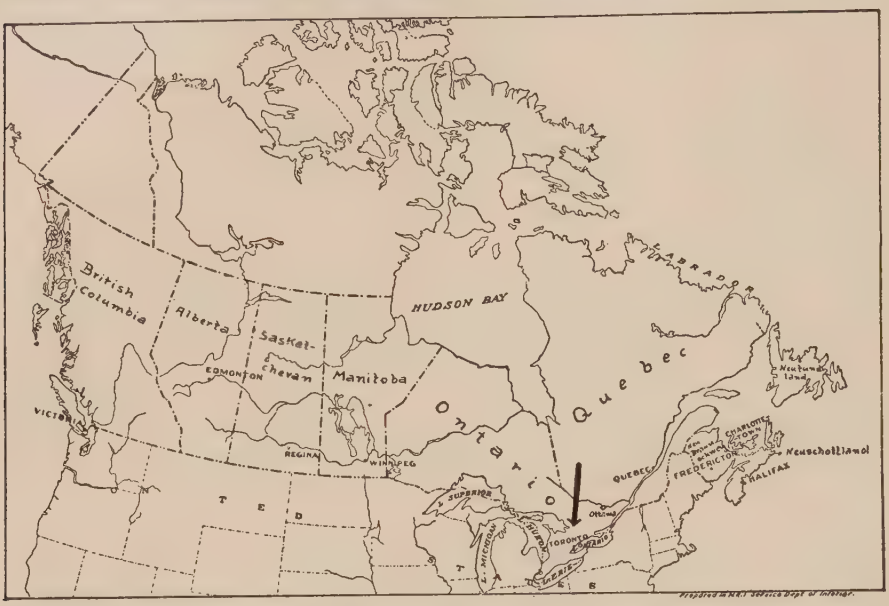


Abb. 1. Gerippkarte von Kanada und den nördlichen Provinzen der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Der Pfeil zeigt die Lage des Ausbruchsherdes an.

gestellt worden. Im südlichen Teile, hauptsächlich der Provinz Ontario, und den angrenzenden Provinzen der Vereinigten Staaten ist die bevorzugte Wirtspflanze die Hemlockstanne *(Tsuga canadensis)*, in den nördlichen Teilen der Provinz Quebec und in Neufundland die gewöhnliche Tanne *(Abies balsamea)*. Die Balsamtanne steht unserer europäischen Tanne sehr nahe. Aus diesem Grunde und der Ähnlichkeit der klimatischen Verhältnisse, wenigstens während der Wachstumsperiode, scheint eine Einschleppung dieses Insektes nach Mitteleuropa ernste Folgen nach sich ziehen zu können.

Geologische und topographische Verhältnisse.

Die in Frage stehende Massenvermehrung erstreckte sich über eine Menge von Inseln und das Festland des Sees Muskoka im südwestlichen Teile der Provinz Ontario. Das Grundgestein im ganzen Gebiete des erwähnten Sees Muskoka ist präkambrisch und besteht beinahe ausschließlich aus Granit. Das nackte Gestein tritt häufig zutage, der mineralische Boden kann im allgemeinen als leicht bezeichnet werden. Die Humusschicht ist ebenfalls seicht, insbesondere in den Kiefernstandorten; stärkere Humusschichten sind durchweg nur in älteren Laubholzbeständen an-

zutreffen. Die seichten Bodenverhältnisse werden verständlich, wenn bedacht wird, daß das ganze Gebiet, mit Ausnahme von wenigen verschont gebliebenen Inseln, vor kürzerer oder längerer Zeit von Waldbränden großen Stils heimgesucht worden war. Die parallel verlaufenen riesigen Kahlschlägerungen haben ebenfalls dazu beigetragen, die abwaschende Tätigkeit der Regenwasser zu verstärken. Diejenigen Teile des Landes, welche erst kürzlich Waldbränden zum Opfer fielen, zeigen den Effekt der Abschwämmung nur zu deutlich.

Der Wasserspiegel des Sees liegt 226 m über dem Meere. Seine Länge mißt von Süd-Ost nach Nord-West ungefähr 50 km, die größte Breite ist 22 km. Das umliegende Land ist schwach hügelig, die Nordhänge vielfach etwas steiler als die Südhänge. Dieser hügelige Charakter des Landes, die höchsten Erhebungen sind ungefähr 100 m über dem Spiegel des Sees, bedingt eine sehr zerrissene, mit unzähligen Buchten und Landzungen versehene Uferlinie sowie zahlreiche Inseln aller Größen.

Klimatische Verhältnisse.

Bedauerlicherweise stand für klimatische Beobachtungen nur ein selbstregulierender Hygrothermograph zur Verfügung. Es ist selbstverständlich, daß von einem einzigen Instrument, bei einer derart kurzen

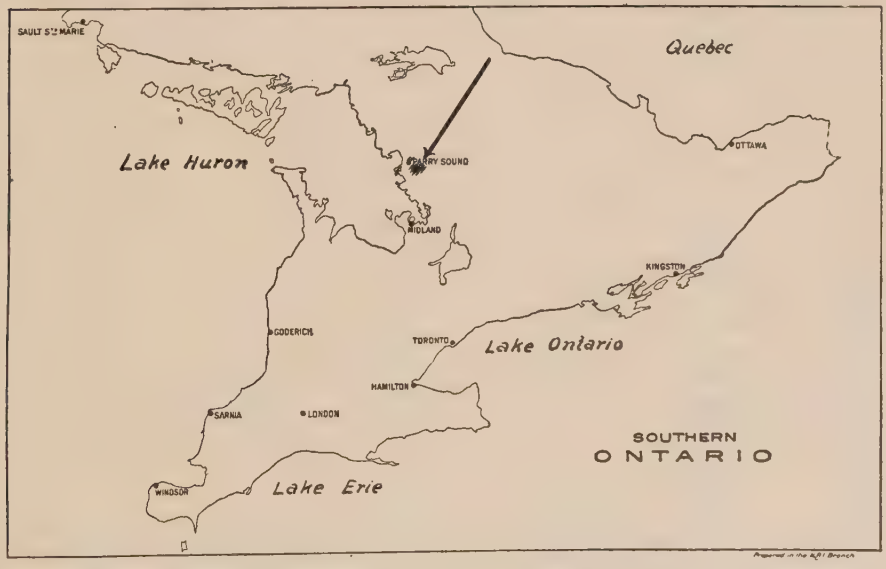


Abb. 2. Süd-Ontario. Das Gebiet der Gradation schraffiert.

Beobachtungszeit und inmitten einer Kalamität keine nur halbwegs zuverlässigen Schlüsse gezogen werden können. Ebenso unzulässig scheint es mir, die von der meteorologischen Station in Toronto gefundenen ge-

nauen Daten zu verwenden, da trotz der Einförmigkeit des Landes, nur örtliche klimatische Variationen im Verein von anderen biologischen Faktoren Gradationen herbeiführen können. Andernfalls wäre es nicht gut erklärlich, warum die Übervermehrung sich nicht über viel größere Flächen erstreckt hatte. Und angenommen, es würden genaue Messungen der Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Regenmenge, Regenintensität usw. vorliegen, so könnten diese Daten noch immer nicht dazu verwendet werden, um allgemeine Schlüsse zu ziehen, weil wir eben noch recht wenig wissen, wie solche Freilandverhältnisse die klimatischen Faktoren eines bestimmten Bestandes beeinflussen. Das Grundgestein, die Holzart, Bestandesalter, Bestandesdichte, Unterwuchs, Bodenflora, Exposition usw. werden doch unzweifelhaft die Freilandverhältnisse abändern, in den verschiedenen Luftschichten innerhalb eines Bestandes Verhältnisse schaffen, welche das Leben der Insektenwelt dortselbst beeinflussen müssen. Die Erfassung solcher exakter Daten erfordert natürlich eine riesige Menge von Einzelbeobachtungen, ein genau ausgearbeitetes Arbeitsprogramm und die nötige Ausrüstung mit Instrumenten. Solange aber nicht derartige Studien mit allem Ernst betrieben werden, wird die Frage nach dem „Warum" der Insektenkalamitäten im Walde nur immer ein rohes Spekulieren sein und die einmal gegebene Antwort bei der nächsten Gradation Lügen gestraft werden. Um dennoch eine beiläufige Vorstellung über die klimatischen Verhältnisse zu vermitteln, werden nachfolgend einige Daten von einer kleinen Beobachtungsstation (s. Abb. 2) am Rande des Ausbruchsgebietes wiedergegeben.

Ort: Parry Sound, Ont., Jahr 1928

	Temperatur in Fahrenheit		Niederschlagsmenge	Eisdecke in engl.
	Max.	Min.	in engl. Zoll	Zoll
Januar . .	38°	— 16°	3,6	7,0
Februar. .	38°	— 24°	3,1	18,0
März . .	47°	— 10°	2,4	15,0
April . .	68°	10°	3,7	kein Eis mehr
Mai . . .	82°	28°	1,4	Apfelbäume in Blüte
Juni . . .	83°	37°	3,8	
Juli . . .	86°	48°	4,67	
August . .	83°	50°	3,3	
September.	73°	30°	7,3	außergewöhnlich viel
Oktober .	72°	18°	6,4	„ „
November .	52°	10°	5,0	
Dezember .	40°	— 5°	1,5	kleine Seen zugefroren

Forstliche Verhältnisse.

Der ganze in Frage stehende Landstrich war ursprünglich mit dichten Wäldern bestockt gewesen. Waldbrände und rücksichtlose Kahlschlägerungen habendas ursprüngliche Bild derart verwischt, daß es nur schwer gelingt, sich dasselbe zu vergegenwärtigen.

Derzeit kann man drei ziemlich ausgesprochene Waldtypen vertreten finden. Nach ihrer Hauptholzart werden sie hier als Hemlockstannen, Weimutskiefern und Laubholzbestände bezeichnet.

1. Hemlocktannenbestände.

In diesem Waldtyp findet man entweder reine Hemlocktannenbestände (*Tsuga canadensis*) oder sie sind schwach mit Laubhölzern gemischt. Als solche kommen in Betracht: *Acer sacharum* Marsh., *Acer sacharinum* L., *Ulmus americana* und einige andere. Die Bestände sind meist über 80 Jahre alt. In diesem Zusammenhange soll betont werden, daß die Angaben bezüglich Bestandesalter auf reiner Okularschätzung des Durchschnittes basiert sind. Bei allen Beständen handelt es sich um aus natürlicher Verjüngung entstandener Wälder mit Urwaldcharakter. Dieser Waldtyp hat gar nicht oder nur wenig unter Waldbränden gelitten. Der Urwaldcharakter bedingt auch die niedere Derbholzmasse pro Hektar, welche zwischen 150 und 220 fm schwanken dürfte. Im in Frage stehenden Gebiet sind ungefähr 30% des Landes mit diesem Waldtyp bestockt.

Die Hemlockstanne scheint ziemlich hohe Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit zu stellen. Dadurch würde sich erklären lassen, daß insbesondere die Nordhänge der niederen Hügel und andere besonders feuchte Lagen mit Hemlocktanne bestockt sind. In dichtem Schlusse von angehend haubaren und jüngeren Beständen scheint der Mangel an Licht jede Bodenflora fern zu halten. In haubaren und durch Windbrüche und Windwürfe gelichteten Beständen ist in der Regel ein dichter Überzug von *Taxus canadensis*, eine *Taxus*-Art von strauchartigem Wuchs, anzutreffen. Heidelbeeren verschiedener Arten sind häufig an Bestandesrändern, in Lücken oder in sehr gelichteten Bestandesteilen auf armen Böden.

Überall wo Windbrüche und Windwürfe größere Lücken geschaffen, findet sich natürliche Verjüngung ein. Nur dieser Waldtyp kam für die Spannerkalamität in Frage.

2. Weimutskiefernbestände.

Die trockeneren Lagen, besonders Süd- und Südwesthänge sind oft mit der Weimutskiefer, *Pinus strobus*, bestanden. Nicht mehr als 10% des Gebietes gehören diesem Waldtyp an. Wahrscheinlich reprasentieren diese inselartigen Kiefernbestände die Reste einst ausgedehnter zusammenhängender Kiefernwälder. Auf großen Flächen des dritten, unten zu besprechenden Waldtypes, können noch heute riesige alte Stöcke und an-

gekohlte Stämme gefunden werden, welche diese Vermutung stützen und außerdem veranschaulichen, welche Dimensionen die Stämme dieser ehemaligen Kiefernbestände erreichten.

Reine Weimutsbestände sind heute selten und wo vorhanden, von geringer Ausdehnung. Häufiger sind Mischbestände von Kiefer und Laubhölzern, wie *Quercus alba* L., *Quercus rubra* L., *Populus grandidentata* L., *Betula lutea* Michx., *Betula alba* L. *var. papyrifera* Spach usw. Die Hemlockstanne kommt in solchen Beständen höchstens eingesprengt vor. Als Bodenflora kommen hauptsächlich, soweit die Bestockung nicht jede Flora ausschließt, Heidelbeeren in Betracht. Durchschnittliche Bestockungsdichte in haubaren Beständen ca 0,5 bis 0,7, durchschnittliche Derbholzmasse pro Hektar ca. 200 bis 250 fm.

3. Laubholzbestände.

Der dritte Waldtyp bestockt fast ausschließlich Land, welches durch Feuer und Axt schwere Schäden erlitten hatte. Seiner Zusammensetzung nach besteht er aus Laubhölzern mit vereinzelten Weimutskiefern und Hemlockstannen. Die vertretenen Laubhölzer sind folgende:

Acer sacharum Marsh.,
Acer sacharinum L.,
Acer pennsylvanicum L. (Strauchform, Unterwuchs),
Acer rubrum L.,
Ulmus americana L.,
Quercus alba L.,
Quercus rubra L.,
Sorbus americana Marsh. (eingesprengt),
Fagus americana L.,
Betula lutea Michx.,
Betula alba L. *var. papyrifera* Spach.,
Populus grandidentata Michx.,
Verschiedene *Salix*-Arten.

Vereinzelt kommen noch vor: *Larix laricina* Koch, *Juniperus communis* und etwas häufiger *Thuja occidentalis* L.

In verhältnismäßig wenigen Fällen wurden haubare oder gar überständige Laubholzbestände angetroffen und es scheint, daß dieser Waldtyp nur eine Übergangsform zu den zwei ersten Typen bildet. Die perzentuelle Zusammensetzung der einzelnen Holzarten in diesen Beständen ist großen Schwankungen unterworfen. Jüngere Brandflächen sind meist mit Pappeln und Birken bestockt. Als nächst folgende Holzarten kommen die verschiedenen Ahornarten in Betracht. Diese Jungbestände schließen sich im Stangenholzalter, insbesondere auf feuchteren Standorten, derart, daß jede Bodenflora unmöglich wird. Auf trockenen Lagen, Südhängen, geht die natürliche Aufforstung viel langsamer vor sich. Hier sind es meist Eichen, welche mit den Pappeln und Birken gemischt auftreten. Erst wenn die Laubholz-

bestände älter, Pappeln und Birken verdrängt und zum Absterben gebracht worden sind, füllen sich die entstandenen Lücken langsam mit Nadelhölzern. Unkrautwuchs und Heidelbeeren verlangsamen in vielen Fällen die natürliche Besamung.

Als nicht bodenständige Holzarten des Gebietes sollen kleinere Pflanzungen von *Pinus resinosa* Aiton und *Picea mariana* Mill. erwähnt werden.

Es ist wohl selbstverständlich, daß neben diesen drei erwähnten Hauptwaldtypen noch alle möglichen Übergangsformen vorhanden sind.

In dem in Frage stehenden Gebiete wurden außer den erwähnten Riesenkahlschlägerungen keine forstlichen Maßnahmen durchgeführt. Seit alle wertvollen Hölzer geschlägert oder Waldbränden zum Opfer fielen, ruht auch die Axt. Wo Schlägerungen dennoch vorkommen, handelt es sich lediglich darum, den lokalen Bedarf an Nutz- und Brennholz des äußerst dünn besiedelten Gebietes zu befriedigen.

Besitzverhältnisse.

Beinahe das gesamte in Frage stehende Gebiet ist in Händen von Privatbesitzern. Landwirtschaftlich nutzbarer Boden ist so selten anzutreffen, daß eine dichtere Besiedlung ausgeschlossen ist. Infolge der Schönheit dieses Seengebietes sind alle Inseln und ein gewöhnlich verhältnismäßig schmaler Uferstreifen in den Besitz von wohlhabenden Kanadiern und Amerikanern, welche dort ihre Sommermonate verbringen. Dadurch wird einerseits die nunmehr konservative Bewirtschaftung dieser Gebietsteile und andererseits das Interesse der Regierung diese von Insektenkatastrophen zu bewahren erklärt.

Methoden und Technik.

Im folgenden soll die Art und Weise der Versuchsanstellungen kurz gestreift werden. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird jeweils erwähnt, für welche Versuche die einzelnen Methoden verwendet werden.

a) Zweigproben.

Zur Feststellung der Befallsdichte der Spannerraupen pro Stamm, der Befallsstärke ganzer Bestände, des Parasitierungsprozentes der Raupen usw. wurden sogenannte Zweigproben entnommen. Der Vorgang hierzu war folgender: Zweige von zwei engl. Fuß Länge wurden mit einer Baumschere von den gewählten Probestämmen geschnitten. Um jeden Verlust an Raupen zu vermeiden, wurden die Zweige von einer zweiten Person mit Hilfe eines Leinentuches (ein Quadrat Yard), welches an zwei hölzernen Handhaben befestigt war, aufgefangen. Die Zweige wurden gründlich abgesucht und alles gesammelte Material für spätere Untersuchungen oder

für Weiterzüchtung entsprechend aufbewahrt. Grundsätzlich wurden alle Proben derart entnommen, daß werder Leitern noch ein Erklettern der Bäume notwendig war, also in Mannshöhe. Je nach Befallsdichte konnten auf diese Weise 100 bis 200 Proben von zwei Personen im Tage gewonnen werden.

b) Tuchproben.

Auf Rahmen, bestehend aus Holzlatten (ca. 5 × 5 cm Querschnitt) und 1 × 1 Yard groß, wurden grobe Leinentücher sorgfältig aufgenagelt. Diese so befestigten Tücher wurden horizontal unter die Probestämme gelegt. Der Holzrahmen, welcher immer nach oben zu liegen kam, wurde außerdem mit Raupenleim bestrichen. Proben solcher Art wurden hauptsächlich zur Feststellung des Tötungsprozentes bei der Flugzeugbekämpfung und des Parasitierungsprozentes der Raupen verwendet. Alle Raupen, welche innerhalb eines Tages auf die Tücher durch Abspinnen oder Windwirkung heruntergelangten, wurden gesammelt, seziert oder weitergezüchtet.

c) Käfige.

Käfige aller Größen, bestehend aus einem Holzgestell und einem Organtinüberzug, wurden in eigener Regie gebaut. Verhältnismäßig wenige Daten konnten aus solchen Käfigen gewonnen werden. Es scheint, daß in solchen die natürlichen Verhältnisse derart abgeändert werden, daß ganz gegensätzliche Ergebnisse zu denen unter natürlichen Verhältnissen gewonnenen resultieren.

d) Bodenproben.

Nachdem die Mehrheit der Spannerraupen sich im Boden verpuppten, war es notwendig geworden, die Bevölkerungsdichte dortselbst festzustellen. Durchgeführt wurde dies durch sorgfältiges Absuchen des Bodens einschließlich

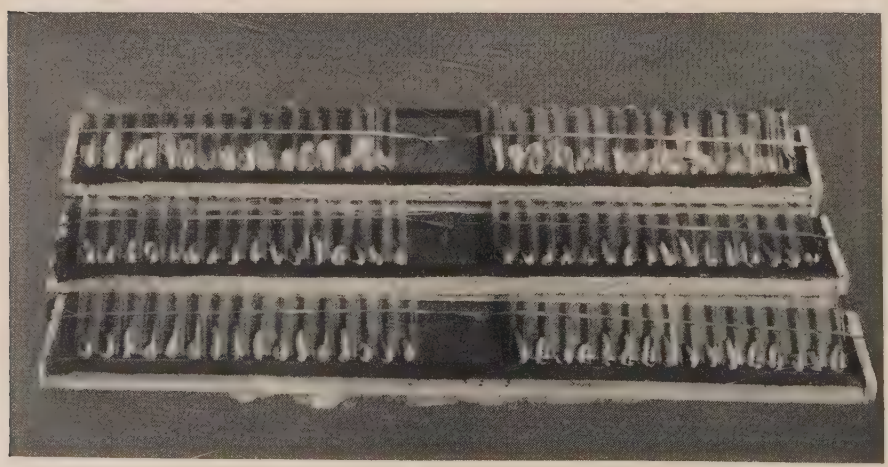


Abb. 3. Zuchtgläschen zu Einheiten vereinigt. Staatl. Parasitenzuchtlaboratorium Chatham, Ontario.

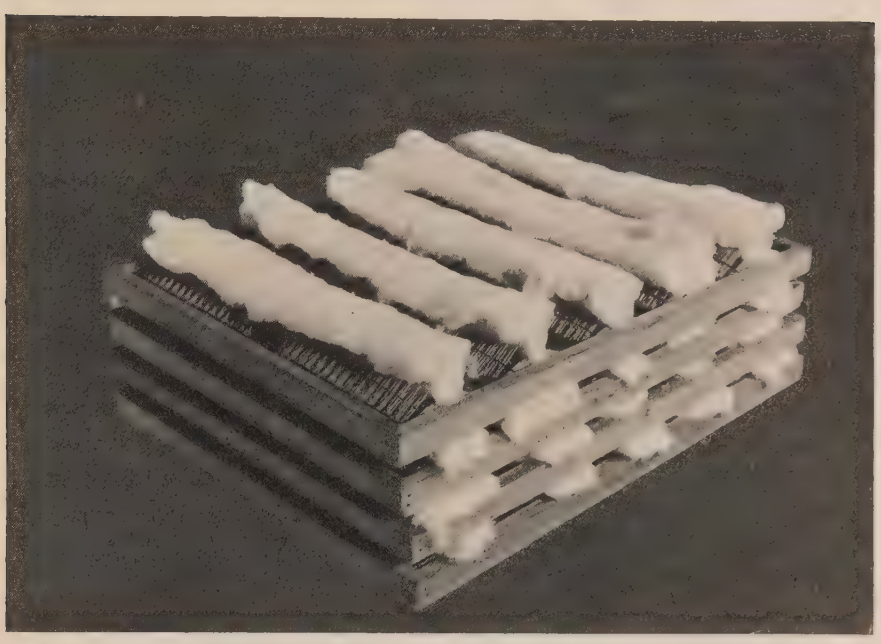


Abb. 4. Zuchtgläschen zu Einheiten vereinigt und auf Tragbretter gebracht. Staatl. Parasitenzuchtlaboratorium Chatham, Ontario.

der niederen Flora, Bodenstreu, Humusschicht und zwei Zoll des mineralischen Bodens. Als Einheit wurde ein engl. Quadratfuß gewählt. Eine größere Einheit würde es nicht gestattet haben, die großen Gebiete einer Untersuchung zugänglich zu machen. Auch wurden wiederholte Kontrollen vorgenommen welche erwiesen, daß, wenn eine genügende Zahl von solchen Proben entnommen werden, sich die Fehlerquelle genügend verringert.

Die Prozente der parasitierten Puppen wurden fast ausschließlich von solchen Bodenproben gewonnen. In diesem Zusammenhange muß erwähnt werden, daß die später angeführten Puppenparasitierungsprozente wahrscheinlich etwas zu nieder sind, also nicht der Wirklichkeit entsprechen dürften. Der Grund hierfür liegt darin, daß nur schätzungsweise 80% der Raupen den Boden als Verpuppungsort wählen. Der Rest verpuppt sich an Stämmen, den Wurzelanläufen usw. Dort sind diese Puppen vielmehr den Angriffen der Parasiten ausgesetzt als im Boden. Die zur Verfügung stehende Zeit und Hilfskräfte erlaubten jedoch nicht, die langwierigen Proben von den Stämmen in vergleichsgerechter Anzahl zu entnehmen.

e) Einzelzuchten.

Die Zeit der Verpuppung, die Puppendauer, das Schlüpfen der Spanner, das Geschlechtsverhältnis und verschiedene andere Entwicklungsphasen machten ein individuelles Züchten notwendig. Zu diesem Behufe wurden kleine Eprouvetten $2^1/_2 \times {}^3/_4$ engl. Zoll verwendet. Der Verschluß wurde

aus einem Kupfergeflecht (35 Maschen auf einen engl. Zoll) hergestellt. Diese Zuchtgläschen wurden zu Einheiten von 400 auf einem Tragbrett vereinigt, die einzelnen Reihen durch schmale Holzleistchen geschieden und zwar derart, daß die Gläschen in eine schräge Lage kamen (siehe Abb. 3, 4). Fünf bis sechs solcher Einheiten waren durch die ganze Saison voll in Verwendung. Wo Fütterungen notwendig waren, wurden solche je nach der Temperatur ein- bis zweimal täglich durchgeführt.

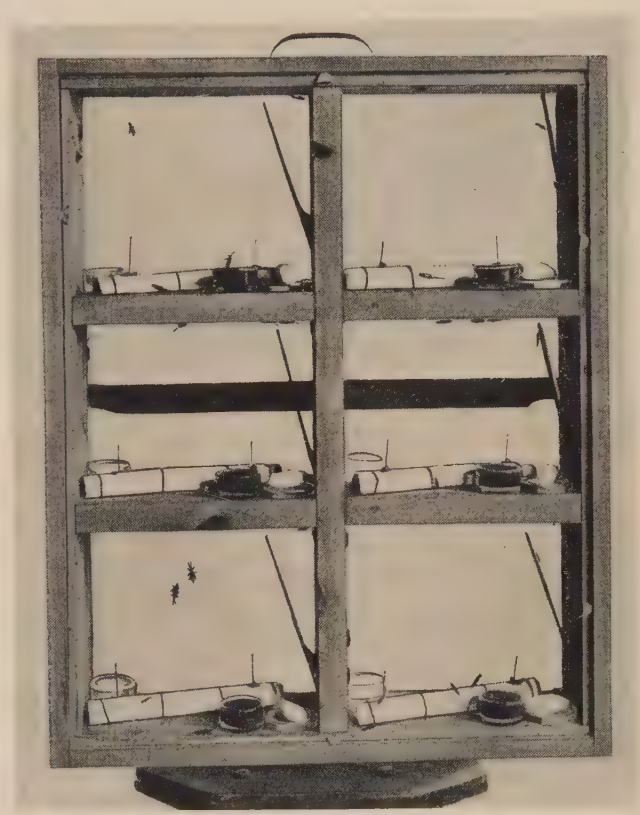


Abb. 5. Parasiteneilegezwinger. Staatl. Parasitenzuchtlaboratorium Chatham, Ontario.

Für jedes einzelne Zuchtgläschen wurde eine eigene Karte angelegt und die Ergebnisse jeweils eingetragen. Die Überprüfung erfolgte je nach Dringlichkeit ein bis zweimal im Tage.

Als Laboratorium war das Dachgeschoß eines direkt am Seeufer gelegenen Holzhauses zur Verfügung gestellt worden. Bis zu welchem Grade die Erhitzung des Daches die Versuche beeinflußt hat, konnte nicht festgestellt werden. Zweifellos war die Temperatur an sonnigen Tagen, insbesondere während der Nachmittagsstunden, bedeutend höher als die Schattentemperaturen und an bewölkten Tagen und hier wieder ganz besonders während des Spätherbstes bedeutend niedriger als jene.

f) Eiablageversuche.

Eiablageversuche wurden erstlich in kleinen Käfigen begonnen, welche einen Organtinüberzug besaßen. Bald stellte sich aber heraus, daß die Eiablage wohl scheinbar normal von statten ging, daß aber das Sammeln der Eier nur mit großem Zeitverluste geschehen konnte, da alle Weibchen die Eier an den Organtin ablegten, anstatt an den vorgelegten Zweig und Rindenstückchen. Aus diesem Grunde wurden weitere Serien in Einsiedegläsern, $^1/_2$ bis 1 l Fassungsraum, zur Beobachtung angesetzt. Die Höchstzahl der verwendeten Weibchen war drei Stück pro Glas. Die Zahl der Männchen pro Weibchen schwankte in den einzelnen Serien von einem bis zu fünfen. Das vorgelegte Brutmaterial wurde täglich gewechselt; die Versuche verliefen im allgemeinen zufriedenstellend.

g) Parasitenzuchtkäfige.

Die in Abb. 5 wiedergegebenen Käfige wurden allgemein für Parasitierungsversuche von Hymenopteren verwendet. Die Außenseite wurde mit einem sehr feinen Organtin überzogen, die Innenseite mit Gläsern verschlossen. Ganz geringen Wert hatten diese Zuchtkäfige für die Dipteren.

Biologische Studien.

Das Ei.

Das frisch gelegte Ei ist hellgrün gefärbt und hat eine längliche ovale Gestalt (Abb. 6) mit einem Pol deutlich abgefacht. Von 50 untersuchten Eiern schwankten die Längenwerte von 0,71 bis 0,96 mm, die zugehörigen Breiten von 0,53 bis 0,70 mm. Die Eischale ist glatt, ohne jede spezielle Skulptur. Nach ungefähr zwei Wochen, die genaue Zeit konnte nicht festgestellt werden, verfärben sich die Eier und werden allmählich dunkler, bronze, und das anfangs nur angedeutete Opalisieren wird stärker.

Abb. 6. Eier des Hemlockspanners. (Phot. Schedl.

Die Überwinterung erfolgt im Eistadium, die Kopfkapsel des sich entwickelnden Räupchens wird erst im nächsten Frühjahr sichtbar.

Der Ort der Eiablage sind vorzugsweise die Unterseite der Nadeln, Zweige und Äste und die Borkenrisse der Stämme. Bei der beobachteten Massenvermehrung wurden

die Eier so ziemlich wahllos abgelegt. Alte Stöcke, gefällte Stämme, alte Baumrinde, Unterwuchs jeder Art und Gebäude wurden ganz allgemein zur Ablage der Eier angenommen. Die Eier werden einzeln, in seltenen Fällen in kleinen Häufchen von zwei bis vier Stück abgelegt.

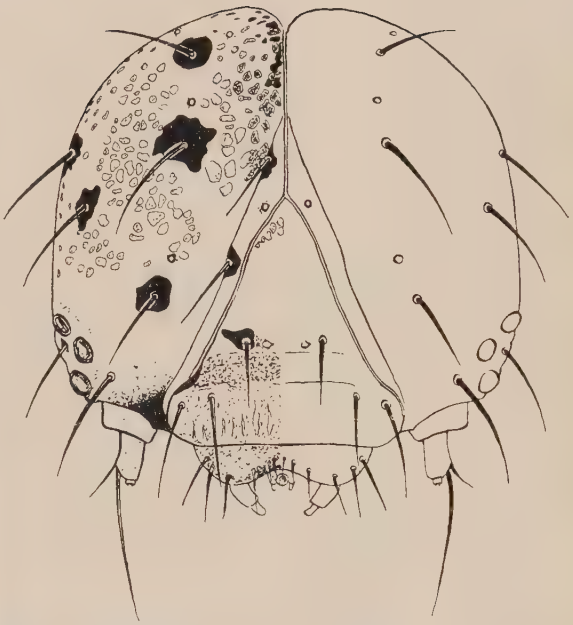


Abb. 8. Kopf der vollwüchsigen Raupe, Vorderansicht, die eine Hälfte die Fleckenzeichnung und beide die Anordnung der Setae zeigend. Original.

Abb. 7. Vollwüchsige Raupe, Rückenansicht vom Kopf bis zum ersten Hinterleibssegment die Verteilung der Setae zeigend. Original.

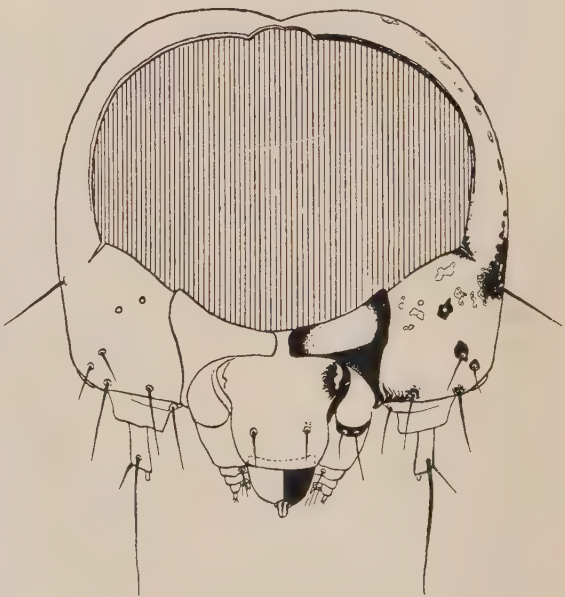


Abb. 9. Kopf der vollwüchsigen Raupe, Hinteransicht. Original.

Die Raupe.

Aus Messungen der Breite der Kopfkapsel und aus Züchtungsversuchen wurde festgestellt, daß fünf Raupenstadien die Regel sind. Die Breite der Kopfkapsel für die einzelnen Raupenstadien wurde wie folgt gefunden:

1. Stadium von 0,30—0,35 mm
2. „ „ 0,44—0,72 mm
3. „ „ 0,75—0,98 mm
4. „ „ 1,05—1,60 mm
5. „ „ 1,68—2,30 mm

Erstes Raupenstadium.

Die frisch geschlüpfte Raupe ist schmutzig weiß, die Kopfkapsel dunkelbraun. Zwei schmale dunkelbraune Längsstreifen sind auf den Seiten der Brust und des Hinterleibes sichtbar. Außerdem trägt jedes Brustsegment einen gleichfarbenen Querstreifen dorsal, in den Abdominalsegmenten laufen eben solche Streifen ringsherum.

Zweites Raupenstadium.

Nach der ersten Häutung tritt eine deutliche Verfärbung ein. Die Kopfkapsel bleibt dunkelbraun wie im ersten Stadium, aber kleine lichte Flecken werden sichtbar, welche insbesondere die Setä einsäumen. Die Brust und der Hinterleib bekommen eine mehr grünliche Grundfarbe, die dunklen Zeichnungen werden schwächer, unregelmäßig unterbrochen und mehr verwischt.

Drittes, viertes und fünftes Stadium.

Vom dritten Raupenstadium an unterscheidet sich die Grundfarbe der Kopfkapsel nicht mehr wesentlich von der der Brust und des Hinterleibes. Sie schwankt zwischen einem lichten Ockergelb und einem satten Grün. An Stelle der hellen Fleckenzeichnung der Kopfkapsel im zweiten Larvenstadium treten dunkle, rotbraune bis beinahe schwarze Flecken. Die Zeichnungen der Brust und des Hinterleibes sind noch mehr unregelmäßig, zerrissen und teilweise ganz aufgelöst. Als neue Zeichnungen treten dunklere Flecken um die Wurzeln der Körpersetä herum auf. Alle Zeichnungen und die Grundfarbe sind sehr variable. Das Arrangement der Setä in der ausgewachsenen Raupe und Einzelheiten des Kopfes sind in den Abb. 7 wie 12 dargestellt.

Am 1. Juli 1928 als die Beobachtungen begonnen wurden, waren alle Raupen bereits im zweiten Stadium. Ganz vereinzelte Raupen hatten sich auch schon zum zweiten Male gehäutet. Das erste Raupenstadium wurde im Winter 1928/29 im Laboratorium von Eiern gezogen und studiert. Am 10. Juli konnten nur mehr ganz vereinzelte Raupen des zweiten Stadiums gesammelt werden. Die Großzahl derselben befand sich im dritten Stadium. Um den 24. Juli waren meist Raupen des vierten und bereits einige des letzten Stadiums zu finden. Die letzten nennenswerten Mengen von Raupen des vierten Stadiums wurden am 1. August von Zweigproben gesammelt. Hier soll eingeflochten werden, daß natürlich auch lange Zeit später einzelne Raupen der jüngeren Stadien anwesend waren, aber es handelt sich da wohl ausnahmslos um Spätlinge, die durch irgendwelche Hindernisse in der Entwicklung zurückgeblieben waren, wie solche Erscheinungen ja bei jeder Massenvermehrung auftreten. Das letzte Raupenstadium dauert am längsten. Die ersten vollwüchsigen

Raupen wurden am 19. Juli angetroffen; von dieser Zeit an war eine ständige Zunahme solcher Raupen zu konstatieren. Am 6. August waren bereits 85% der gesammelten Raupen vollwüchsig. Die auffallende Länge dieses Stadiums mag zum Teil dadurch erklärt werden, daß um diese Zeit bereits viele Bestände und Einzelbäume kahlgefressen und die Raupen zur Aufsuchung neuer Futterquellen gezwungen waren. Das Übereinandergreifen der verschiedenen Raupenstadien wurde auf Grund von Zweigproben und nachheriger Messung der Kopfkapsel festgestellt und daraus das Schema in Abb. 13 konstruiert.

Die Raupen aller Stadien sind eifrige Spinner. Wo immer stärkerer Befall vorkam, waren die Stämme, insbesondere nach heftigen Winden,

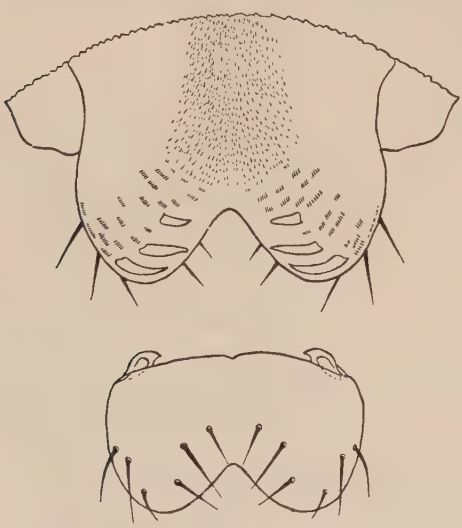


Abb. 10. Labrum der vollwüchsigen Raupe des Hemlockspanners, unten Außen-, oben Innenansicht.

Abb. 11. Vorderbein der vollwüchsigen Hemlockspannerraupe, die Anordnung der Setae zeigend.

durch ganze Netzwerke miteinander verbunden. Wenn die Raupe sich abspinnt, so ist sie nicht fähig, mit den Afterfüßen den eigenen Spinnfaden zu erhaschen, um sich an demselben spannend fortzubewegen. In diesem Falle werden wie in anderen Lepidopteren die Brustfüße zum Aufwinden des Fadens benutzt. Erst wenn ein anderer Faden den eigenen kreuzt oder ein anderes Hindernis die Raupe befähigt, den eigenen Spinnfaden mit den Afterfüßen zu ergreifen, beginnt sie sich spannend entlang desselben fortzubewegen. Es wurde wiederholt beobachtet, daß insbesondere ältere Raupen oft stundenlang an ihren Spinnfäden hängen.

Wirtspflanzen.

In dem in Frage stehenden Gebiete ist die bevorzugte Wirtspflanze die Hemlockstanne *Tsuga canadensis* L. Im nördlichen Teile der Provinz Quebec, wo die Hemlockstanne nicht mehr vorkommt, wird vorzugsweise

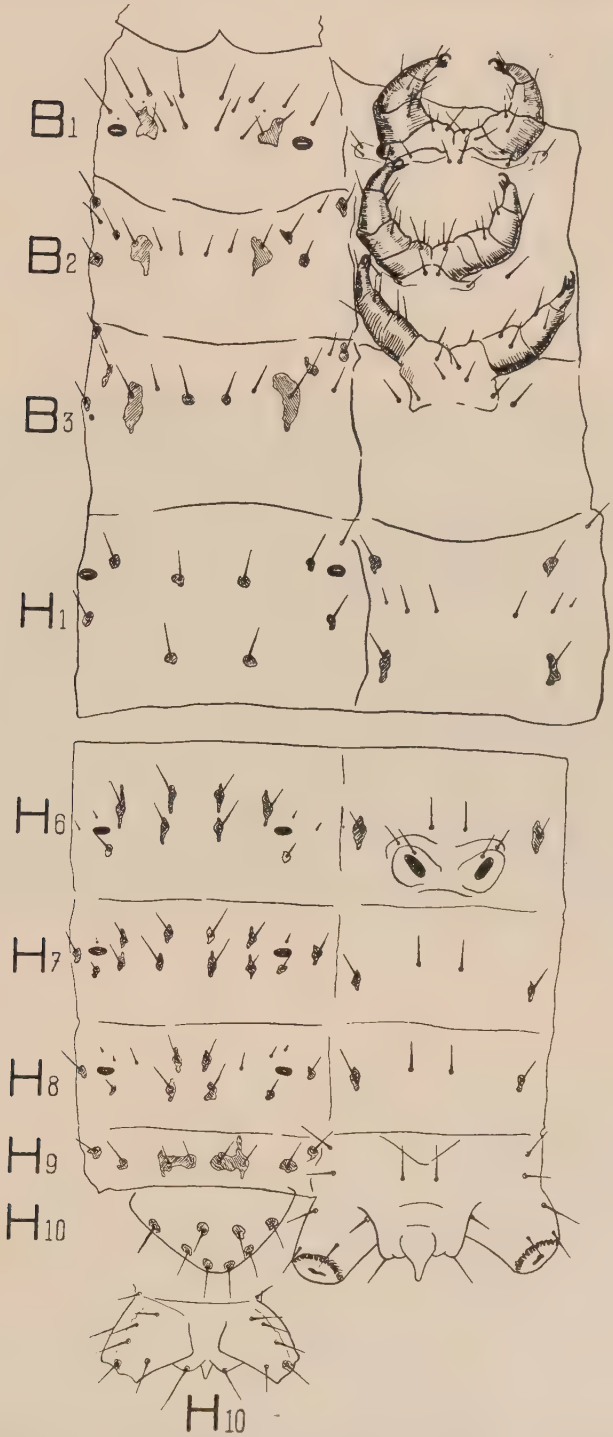


Abb. 12. Vollwüchsige Hemlockspannerraupe. Larvenhaut aufgeschnitten und ausgebreitet, um die Anordnung der Setae zu zeigen. Stark vergrößert. Original.

die Balsamtanne *Abies balsamea* L. angegangen. Neben der Hemlockstanne werden, wenigstens bei Gradationen und gewöhnlich in den älteren Stadien, so ziemlich wahllos alle Holzarten befressen, die mit der Hemlockstanne gemischt auftreten. Immer verschont blieb die vorher erwähnte strauchartige Eibenform *Taxus canadensis* Marschall. Die folgende Liste von im Beobachtungsjahr befressenen Holzarten veranschaulicht die reichhaltige Speisekarte des Hemlockspanners;

Tsuga canadensis L., *Thuja occidentalis* L., *Pinus strobus* L., *Pinus resinosa* Aiton, *Larix laricina* Koch, *Picea mariana* Mill., *Juniperus virginiana* L., *Populus grandidentata* Michx, *Betula alba var. papyrifera* Marsh., *Betula lutea* Michx., *Fagus*

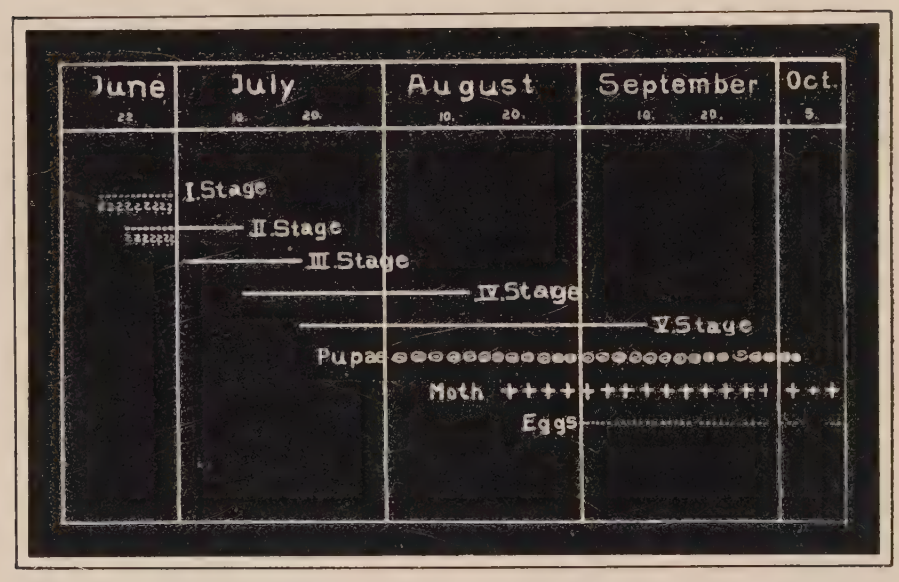


Abb. 13. Übereinandergreifen der einzelnen Raupenstadien. Durch tägliches Sammeln von Raupen und nachheriges Messen der Kopfkapsel konstruiert. Original.

americana L., *Quercus alba* L., *Quercus rubra* L., *Ulmus americana* L., *Acer sacharum* Marsh., *Acer sacharinum* L., *Acer pennsylvanicum* L., *Acer rubrum* L., *Sorbus americana* Marsh., *Prunus pennsylvanica* L., verschiedene *Salix*-Arten, Heidelbeeren und viele krautartigen Gewächse.

Züchtungsversuche mit Raupen des dritten und vierten Stadiums haben ergeben, daß solche Raupen ihre weitere Entwicklung an jeder der oben angeführten Pflanzen vollenden können. Aus Freilandbeobachtungen kann geschlossen werden, daß wohl nur die ganz jungen Raupen an die Hemlockstanne als Futterpflanze gebunden sind. Bis zum 10. Juli werden nur vereinzelte Raupen an den eingesprengten Holzarten fressend angetroffen. Von ungefähr dieser Zeit an häuften sich die beobachteten Fälle und Ende Juli, Anfang August, war solcher Fraß die Regel. Vollständig kahlgefressen wurde stets nur die Hemlockstanne. Der Fraß ist ein ziemlich verschwenderischer, weil die Nadeln nicht nur

von der Spitze, sondern häufig von der Seite her befressen werden. In vielen Fällen wird dabei die Nadel nahe der Basis durchgebissen und fällt so zu Boden. Kahlgefressene Hemlockstannen bekommen oft gegen Ende des Monats Juli Adventivtriebe, doch scheint es, daß gerade diese bei weiterem Fraß das Absterben derselben beschleunigen. Nächst der Hemlockstanne leidet *Thuja occidentalis* am schwersten unter den Angriffen des Spanners. Die Art und Weise des Fraßes ist hier noch ernstlicher Natur als bei der Tanne. Nur selten befressen die Raupen die Zweiglein vom oberen Ende her, vielmehr ist es Regel, daß sie 2 bis 3 cm von dem oberen Ende mit dem Fraß beginnen und die Zweiglein der Quere nach durchbeißen. Viele Thujen wurden derart kahlgefressen, daß an ihrem Weiterkommen ernstlich gezweifelt wird. Die Wipfel und die Außenränder der Kronen wurden stets zuerst entnadelt.

Die Weimutskiefer litt sehr wenig unter den Angriffen der Spannerraupen. Nur vereinzelt wurden Beschädigungen wahrgenommen. Die Mittelrippe der Nadeln wird hier häufig verschont, die Nadelreste trocknen ein, krümmen sich und verleihen solch befressenen Ästen ein buschiges Aussehen. Schäden welche an anderen Nadelhölzern verursacht wurden, sind kaum nennenswert.

Der Fraß an Laubhölzern und an dem Unterwuchs ist recht auffallend; an manchen Orten wurde letzterer vollständig kahlgefressen, doch ist ihm keine wirtschaftliche Bedeutung beizumessen. Blätter von Laubhölzern werden von der Seite her unregelmäßig befressen. Bei den vorgenommenen Zuchten wurde ebenfalls des öfteren beobachtet, daß die Blattrippen von Ahornarten oberflächlich benagt wurden, ohne daß anderweitiger Fraß erfolgte. Welche Laubhölzer besonders bevorzugt werden, konnte experimentell nicht festgestellt werden. Freilandbeobachtungen lassen den Schluß zu, daß keines der Laubhölzer eine Sonderstellung einnimmt, sondern daß die Intensität des Fraßes von Örtlichkeit zu Örtlichkeit wechselt.

Bevor das Kapitel über die Raupe geschlossen wird, soll noch einer Gewohnheit der Raupe gedacht werden, welche vielleicht für die Bekämpfung im kleinen Stil von Wichtigkeit sein mag. Kurz nach Beginn der Freilandbeobachtungen wurde wiederholt festgestellt, daß zahlreiche Raupen durch Wind und heftige Regen zum Verlassen ihres Fraßbaumes gezwungen werden. Wenn die Raupen durch solche oder ähnliche Störungen zu Boden gelangen, beginnen sie sogleich dem nächsten Baum, ohne Rücksicht auf die Holzart, zuzustreben und an ihm emporzuspannen.

Um den Prozentsatz jener Raupen festzustellen, welche auf diese Weise den Boden erreichen, wurde am 6. Juli auf einer Insel ein kleiner Horst von 50 Hemlockstannen in Brusthöhe geleimt. Am 17. Juli wurden von diesen Stämmen 51 Zweigproben entnommen, welche eine durchschnittliche Bevölkerungsziffer von 14,45 Raupen pro Zweig ergaben.

Dieselbe Anzahl von Proben aus dem umliegenden ganz gleichen Bestandesstück ergaben eine durchschnittliche Bevölkerungsdichte von 21,70 Raupen pro Zweig. Dies würde anzeigen, daß 20,06% der Raupen in der Zeit vom 6. bis 17. Juli durch äußere Einflüsse oder auf der

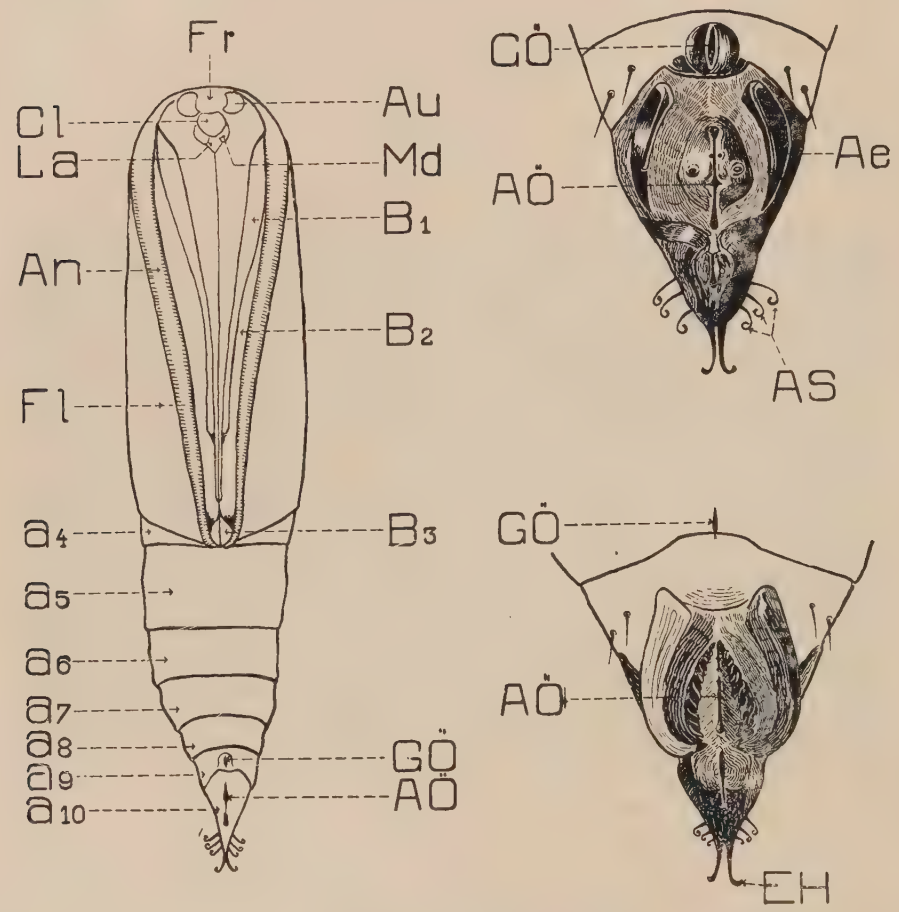


Abb. 14. Puppe des Hemlockspanners.

Links: Ventralansicht der ganzen Puppe. Rechts oben: Hinterleibsende der männlichen Puppe; rechts unten dasselbe der weiblichen Puppe. Beide in Ventralansicht. Die Hauptunterschiede der beiden Geschlechter sind: Männchen, Genitalöffnung größer, mit beiderseitigen stark braun chitinisierten Längswülsten, die dunkelbraune Chitinisierung mit der des 10. Hinterleibsegmentes zusammenfließend. Weibchen: Genitalöffnung am 9. Hinterleibsegmente unscheinbar, ohne jede braune Chitinisierung, Vorderteil des 10. Hinterleibsegmentes nicht merklich stärker chitinisiert als die vorhergehenden. Zeichenerklärung: a_4—a_{10} Hinterleibsegmente, Ae Aedoaegus, An Antennae, AÖ Analöffnung, AS Analsetae, Au Augen, B_1, B_2, B_3 die drei Beinpaare, Cl Clypeus, EH Endhaken, Fl Flügeldecken, Fr Frons, GÖ Genitalöffnung, La Labrum, Md Mandibeln. Original.

Futtersuche zu Boden gelangten und durch die Leimringe am Wiederaufstieg gehindert wurden. Natürlich würde sich diese Zahl sicherlich erhöhen, wenn ähnliche Versuche früher begonnen, später beendet und auf größere Flächen ausgedehnt würden. Ob ein derartiges Leimen als

Bekämpfungsmaßnahme in Betracht käme, muß trotz eventueller guter Erfolge schon heute wegen des hohen Lohnes amerikanischer Arbeiter bezweifelt werden.

Die Puppe.

Die junge Puppe ist hellgrün bis strohgelb. In 36 bis 48 Stunden ist sie vollkommen ausgefärbt und hat dann eine gelblichbraune Grundfarbe mit dunkelbraunen bis schwarzen Zeichnungen. Fünfzig untersuchte Puppen ergaben folgende Maße: Länge 11 bis 16,5 mm, Durchschnitt 13,76 mm; Breite, 3,8 bis 4.2 mm, Durchschnitt 3,51 mm. Die geschlechtlichen Unterschiede der Puppen sind in Abb. 14 dargestellt.

Im Freiland wurden die ersten Puppen am 2. August gefunden. Von den angesetzten Zuchten waren solche schon am ersten August erhalten worden. Die Zahl der Puppen mehrte sich rasch und den größten Prozentsatz an Puppen ergaben die Bodenproben in den ersten Tagen des Septembers. Vereinzelte Raupen schritten noch Ende September zur Verpuppung. In Abb. 15 ist die Zunahme der pro Quadratfuß gefundenen Puppen für die Zeit vom 15. bis 28. August graphisch dargestellt.

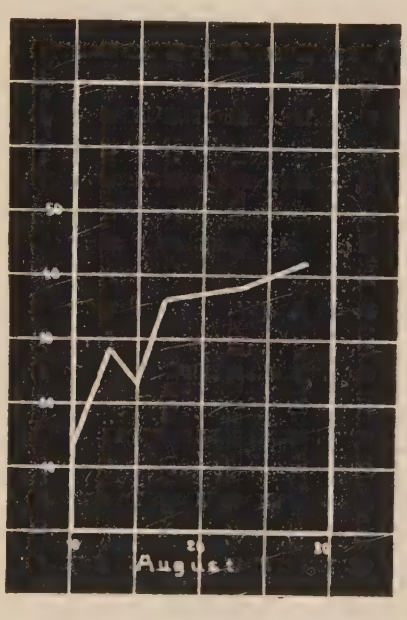


Abb. 15. Zunahme der Puppenzahl pro Quadratfuß vom 10.—28. August auf der Versuchsinsel Nr. 1. Original.

Herr Dr. Fracker berichtet in seinem Artikel über den Hemlockspanner, daß die Mehrzahl der Puppen an den Bäumen in den Borkenrissen anzutreffen sind. Trotz dieser Angabe wurde vor und nach der Auffindung der ersten Puppen dem Boden wie auch den Stämmen dieselbe Aufmerksamkeit geschenkt. Das Ergebnis war, daß in dem in Frage stehenden Landstriche festgestellt werden konnte, daß ca. 80% aller Raupen den Boden mit seiner Streudecke zur Verpuppung wählen. Zahlreiche Stämme wurden erstiegen und genauestens abgesucht. Stangen und angehend haubare Stämme, welche meist eine glatte Rinde besitzen, waren entweder ganz ohne Puppen oder in nur so niederer Zahl, daß sie weiter nicht ins Gewicht fallen. Rauhborkige, alte Stämme zeigten einen höheren Besatz an Puppen. Solche wurden am ganzen Stamm von einem oberen Durchmesser von ca. 5 cm abwärts in allen Rindenrissen, unter abgeblätterten Borkenschuppen und besonders in den Ecken, welche durch die Wurzelanläufe gebildet werden, angetroffen. Auch am Boden werden stets geschütztere Stellen besonders bevorzugt; als solche kommen in Be-

tracht: Orte unter Laub, Steinchen, abgefallener Rinde, unter der Borke alter Stöcke oder alter Windwürfe usw. Nur an Stellen mit sehr hartem Boden und geringer Nadelstreu verpuppten sich Raupen auch ohne jeden Schutz. Niemals wurden Puppen im mineralischen Boden angetroffen. Besondere Anziehungskraft scheinen Gebäude aller Arten auf die Raupen auszuüben. Sie sind in solchen überall zu finden, aber insbesondere im Boden unter der Traufe der Dächer. Beispielsweise ergab eine Bodenprobe unter der Traufe eines am Rande eines kahlgefressenen Bestandes

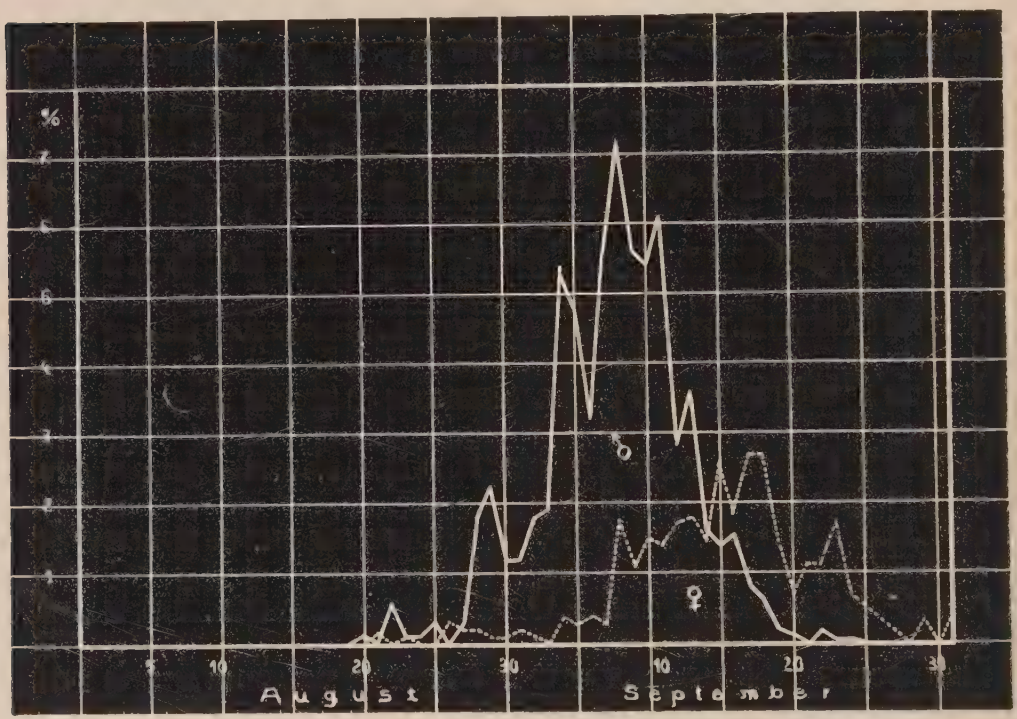


Abb. 16. Schlüpfen der Falter nach Männchen und Weibchen getrennt in Prozenten von 1023 Einzelversuchen. Die von den Kurven eingeschlossenen Flächen repräsentieren gleichzeitig das prozentuelle Verhältnis der Geschlechter. Original.

stehenden Hauses folgendes: 176 frische Puppen, 2 in Verpuppung begriffene Raupen, 1 vollwüchsige Raupe, 21 frische aber leere Puppenhüllen, aus welchen die Falter bezw. Parasiten geschlüpft waren, und 4 vollwüchsige raupenparasitierende Dipterenlarven. Totale ursprüngliche Bevölkerung von Spannerraupen 204 pro Quadratfuß. Ähnliche Zahlen wurden von zahlreichen anderen Orten erhalten.

Das präpupale Stadium dauert von 24 bis 48 Stunden, vorausgesetzt, daß keine äußerlichen Störungen vorkommen. Die Dauer des Puppenstadiums wurde an 115 Einzelversuchen festgestellt. Sie schwankte zwischen 18 und 26 Tagen. Die meisten Falter schlüpften 20 bis 24 Tage

nach der Verpuppung. Abb. 17 gibt die aus diesen Versuchen gewonnene Kurve wieder.

Die Zahl der gesunden Puppen steht nun sicherlich in einem bestimmten Verhältnis zu den im nächsten Frühjahr zu erwartenden Befall. Hier soll die eventuelle Wintersterblichkeit der Eier und der Verlauf der Eiablage außer acht gelassen werden. Von großer Wichtigkeit dabei ist jedoch das Alter der Gradation und der Zustand des Bestandes zur Zeit der Entnahme der Proben. In schwach gelichteten oder gesunden Beständen mag eine Bevölkerungszahl von 30 und mehr Puppen pro Quadratfuß bei normalem Verlauf der weiteren Entwicklung sicherlich die ernstesten Folgen nach sich ziehen. Bekämpfungsmaßregeln müssen angewendet werden. In Beständen, welche bereits stärker unter Fraß gelitten haben, mögen wohl schon 20 Puppen pro Quadratfuß das Absterben herbeiführen. Niedere Zahlen wurden in Beständen gefunden, welche entweder nur leicht gelitten hatten oder aber schon zu Beginn der Saison mehr als halb kahlgefressen worden waren. Weitere Versuche in dieser Richtung in Verbindung mit der Frage der Parasiten und der Wetterlage würden die Möglichkeit bieten, eine mehr genaue Prognose stellen zu können.

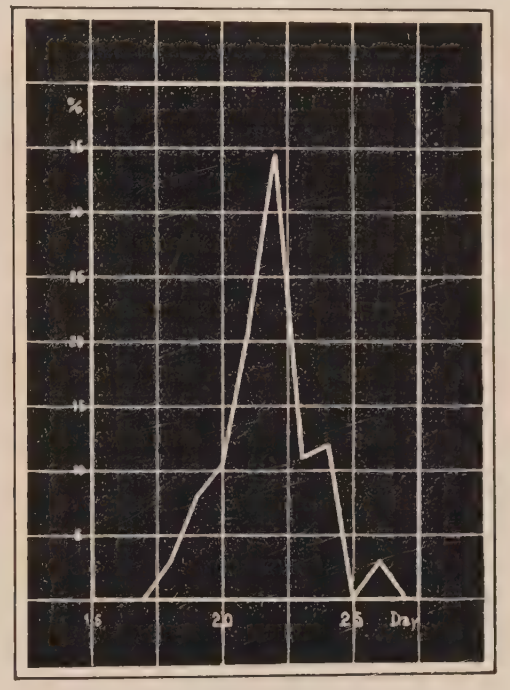


Abb. 17. Dauer der Puppenruhe von 115 Einzelversuchen. Original.

Der Falter.

Wie Herr J. J. de Gryse in einem noch nicht veröffentlichten Berichte festgestellt hat, herrscht noch heute eine arge Verwirrung bezüglich der Identität dieser Art. Die Namen *fervidaria*, *somniaria*, *fiscellaria* und *athasaria* wurden in der Literatur bald für diese, bald für jene Art ziemlich wahllos benutzt. Einem Spezialisten soll es vorbehalten werden, mehr Licht in diese Angelegenheit zu bringen. Hier soll die im Osten Kanadas an der Hemlockstanne und Tanne vorkommende Art der Gattung *Ellopia fiscellaria* genannt werden.

Der schlanke Falter, 10—14 mm lang (Abb. 18, 19) von typischer Geometriden-Gestalt, mißt von 29 bis 37 mm Flügelspannweite und hat eine gelbliche bis gelbbräunliche Grundfarbe. Über beide Flügel zieht sich eine mittelbreite etwas dunklere, aber im selben Ton gehaltene, mehr oder weniger wellige Querbinde. Die Ränder dieser Binde sind deutlich und stets etwas dunkler an den Vorderflügeln. An den Hinterflügeln ist nur der Außenrand deutlich und dunkel. Außerdem sind die Ränder dieser Querbinden auf den Vorderflügeln an beiden, an den Hinterflügeln nur der Außenrand von einem schmalen gelben Streifen eingesäumt. Nahe dem Vorderrand der Flügel ist noch ein kleiner dunklerer Flecken in der Binde sichtbar. Am Hinterflügel ist letzterer oft bis zur Unkenntlichkeit verwischt. Beine und Fühler sind mit dem Grundton der Flügel übereinstimmend. Das Männchen hat die Fühler doppelt gefiedert, das Weibchen einfach, spindelförmig.

Die ersten Falter wurden am 12. August im Freiland beobachtet. Zwischen 12. und 20. August wurden mehrfach vereinzelte Falter

Abb. 18. Falter von *Ellopia fiscellaria* Hübn. Original.

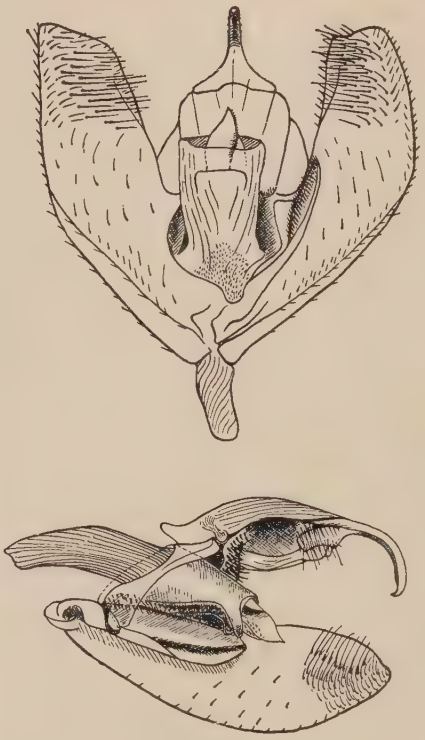


Abb. 19. Penis des Hemlockspanners, oben Ventralansicht, unten Lateralansicht (eine äußere Penisscheide entfernt).

gefangen. Von den Einzelzuchten schlüpften die ersten Falter am 20. August.

Wenn der Falter die Puppenhülle verläßt, sucht er zuerst einen geeigneten Ort zum Strecken der Flügel. Es scheint dabei dem Falter darauf anzukommen, eine senkrechte oder überhängende Wand zu finden. Das Strecken der Flügel dauerte in 9 beobachteten Fällen von 90 bis 130 Minuten. Vor Beendigung dieses Vorganges wurde regelmäßig noch einmal der Platz gewechselt. Nach Beendigung des Streckens wird eine Ruhepause von ca. 10 Minuten eingeschaltet, nach welcher die Flügel erst ganz langsam, dann allmählich schneller, geschlagen werden, um endlich den ersten Flugversuch zu machen. In einigen Fällen wurde auch

beobachtet, daß ohne vorherige Begattung noch vor Ablauf der ersten 24 Stunden Eier abgelegt wurden.

Zur Feststellung der Schlüpfzeit und des Geschlechtsverhältnisses der Falter wurden 1023 Einzelversuche rechtzeitig begonnen. Diese ergaben außerdem noch eine andere interessante Tatsache nämlich die Verschiedenheiten der Schlüpfzeit der beiden Geschlechter. Diese Versuche wurden zweimal täglich revidiert so daß kein Falter länger als 12 Stunden unentdeckt blieb.

Die Schlüpfzeit erstreckte sich über eine Zeitspanne von 6 Wochen. Wie aus Abb. 16 hervorgeht, sind die Maxima des Schlüpfens für die beiden Geschlechter zeitlich deutlich getrennt. Das für die Männchen liegt zwischen dem 6. und 12, das für die Weibchen zwischen 14. und 20. September. Gegen Ende September schlüpften nur mehr Weibchen. Aus der Versuchsreihe wurden insgesamt 32,4% Weibchen und 77,6% Männchen gewonnen.

Im Freiland konnten lange Zeit keine Weibchen gefangen werden, was später beim Studium der aus den Zwingerversuchen erhaltenen Kurven leicht verständlich wurde. Im übrigen stimmten die in der Natur gemachten Beobachtungen mit den Ergebnissen der Zwingerversuche gut überein. Auf der Versuchsinsel Nr. 1 wurden so oft als möglich größere Mengen von Falter (500—1000) gefangen und auf das Geschlechtsverhältnis untersucht. Die Ergebnisse waren wie folgt:

31.	August . . .	3,6%	Männchen,	96,4%	Weibchen,
4.	September . .	2,6 „	„	97,4 „	„
6.	„ . . .	6,0 „	„	94,0 „	„
11.	„ . . .	7,6 „	„	92,4 „	„
11.	„ . . .	11,7 „	„	88,3 „	„
13.	„ . . .	86,7 „	„	86,7 „	„
14.	„ . . .	13,5 „	„	86,5 „	„
19.	„ . . .	28,0 „	„	72,0 „	„

Das späte Schlüpfen der Weibchen erklärt auch die Tatsache, daß solange keine Eier im Freiland gefunden werden konnten.

Die Begattung wurde oftmals beobachtet, ohne daß spezielle Versuche angestellt wurden. Aus Freilandbeobachtungen kann geschlossen werden, daß dieselbe vorzugsweise in den Abendstunden und des Nachts stattfindet.

Wie schon aus den mitgeteilten Zahlen über die Puppenbevölkerung gesehen werden kann, war die Zahl der Falter in manchen Gebieten enorm. Stämme, Unterwuchs und Gebäude aller Art waren, insbesondere an den Wind abgekehrten Seiten, oft derart mit Faltern besetzt, daß sie wie ein gelber Anstrich erschienen. Am Morgen und kühlen Tagen sind die Falter gegen Störungen ziemlich gleichgültig. Während der Abendstunden und lauen Nächte spielt sich das aktive Leben derselben ab.

Versuche zur Feststellung des Flugvermögens konnten mangels an Zeit nicht befriedigend zu Ende geführt werden. Laboratoriumsversuche zur Feststellung der Lebensdauer haben in 64 Fällen folgende Ergebnisse gezeitigt:

Es starben nach

5 Tagen	4 Männchen,	0 Weibchen,	
6 „	2 „	0 „	
7 „	0 „	2 „	
8 „	16 „	4 „	
9 „	4 „	2 „	
10 „	2 „	6 „	
11 „	6 „	8 „	
12 „	0 „	8 „	

Eiablage. Wie eingangs erwähnt wurde, sind eine Reihe von Versuchen angestellt worden, um die Zahl der pro Weibchen abgelegten Eier festzustellen. Die Ergebnisse von 20 Versuchen mit ebensovielen Weibchen seien hier wiedergegeben.

Am ... Tage nach dem Schlüpfen	Zahl der ♀, welche zur Eiablage schritten	Zahl der Eier pro Tag und ♂ Min.	Max.	Anmerkung
1.	4	2	5	
2.	9	6	50	
3.	13	2	48	
4.	16	1	78	2 gingen ein
5.	18	5	27	
6.	18	2	25	
7.	15	2	25	
8.	14	1	18	
9.	13	1	13	
10.	7	2	5	
11.	5	2	7	

Abb. 20 gibt außerdem die durchschnittliche Eizahl pro Tag und Weibchen an den verschiedenen dem Schlüpfen folgenden Tagen. Die Gesamtzahl der Eier, welche pro Weibchen abgelegt wurden, schwankten in weiten Grenzen. Im günstigsten Falle wurden 148 abgelegt, die kleinste Zahl der abgelegten Eier war 41. Wenn aus den wenigen Versuchen ein Durchschnitt gezogen werden darf, so betrug er pro Weibchen 100,3 Eier. Die angestellten Versuche können natürlicherweise kein endgültiges Bild über die Zahl der abgelegten Eier geben, dennoch glaubt der Autor schon jetzt den Beweis erbracht zu haben, daß sie um 100 liegen dürfte.

Die natürlichen Feinde und Parasiten.

Die schon so oft gemachte Erfahrung, daß ein nennenswerter Einfluß der natürlichen Feinde erst dann eintritt, wenn ein Großteil der befallenen Bestände bereits kahlgefressen bezw. die Gradation sich schon auf der absteigenden Linie befindet, wurde auch hier bestätigt gefunden. Ebenso wurde beobachtet, wie die numerische Zusammensetzung der einzelnen Arten mit dem Alter der Gradation schwankt. Es scheinen ganz bestimmte Gesetze die Vermehrung einzelner Artengruppen oder Arten zu Ungunsten anderer zu regeln. Diese Gesetze zu erfassen, würde natürlich nicht nur

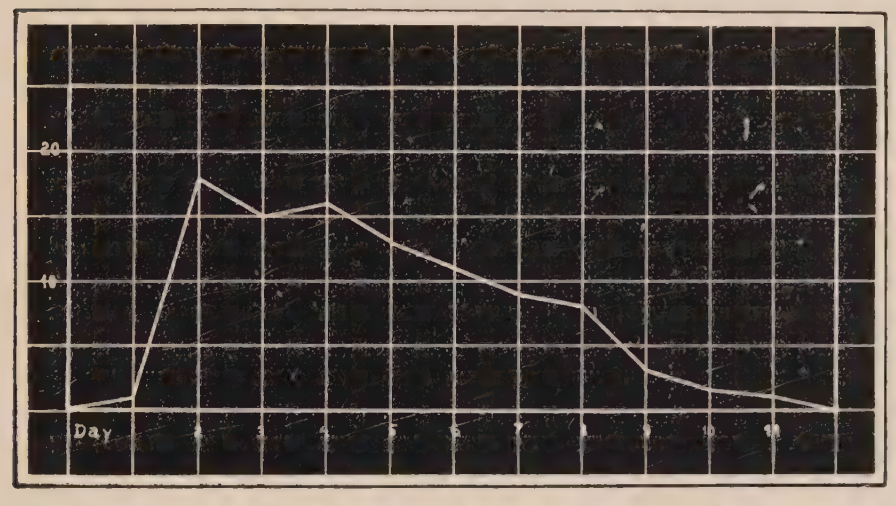


Abb. 20. Durchschnittliche Anzahl der Eier, welche von 20 Weibchen an den verschiedenen Lebenstagen gelegt wurden. Original.

lange Zeiträume der Beobachtung notwendig machen, sondern auch eine ganze Reihe von ernsten Forschern verlangen. Der Autor ist der Ansicht, daß wir weit entfernt davon sind, jetzt schon Schlüsse aus dem mehr oder weniger oberflächlichen Studium der Biozönosen im allgemeinen zu ziehen. Wissen wir doch noch verhältnismäßig recht wenig über die klimatischen Einflüsse auf unsere Schadinsekten selbst und wie verschwindend wird unsere Kenntnis, wenn wir erst die Wechselbeziehungen zwischen Schadform und Parasiten ins Auge fassen. Gewöhnlich begnügt man sich mit der Beschreibung des betreffenden Räubers oder Parasiten, mit kurzen Angaben über die Lebensweise und mehr oder weniger berechtigten kurzen Kalkulationen über deren Wirkung.

Der Autor ist sich vollkommen bewußt, daß auch seinen folgenden Ausführungen derselbe Mangel anhaftet, aber es war weder die nötige Zeit vorhanden, sich eingehend mit Einzelphasen zu beschäftigen, noch waren die notwendigen Instrumente zur Verfügung, und außerdem war der ge-

stellte Fragenkomplex zu weitgehend gefaßt. Immerhin können solcherweise gesammelte Erfahrungen späterhin als Ausgangspunkt für exakte Einzelstudien verwendet werden.

Für alle zu besprechenden Räuber und Parasiten wurde die vorhandene Literatur, soweit sie zugänglich war, durchgesehen und hier angeführt.

Feinde des Hemlockspanners.

1. Vögel.

Soweit von bloßen Okularbeobachtungen geschlossen werden kann, spielen die Vögel als natürliche Feinde des Hemlockspanners eine verhältnismäßig geringe Rolle. Im in Frage stehenden Gebiete sind nur wenige insektenfressende Vogelarten heimisch und auch die wenigen Vertreter waren in so geringer Zahl vertreten, daß sie wohl wenig zur Reduzierung des Spannerbestandes beigetragen haben.

2. Insekten.

Wie zu erwarten war, sind aus dieser Klasse sowohl Räuber als auch Parasiten vertreten. Die ersteren rekrutieren sich zumeist aus der Ordnung der Hemipteren, die letzteren aus den Hymenopteren und Dipteren. Von den Coleopteren wurden einige Carabiden ausnahmsweise an Spannerraupen saugend angetroffen, doch waren die beobachteten Fälle derart wenige, daß sie im Rahmen dieser Abhandlung vernachlässigt werden dürfen. Die Bestimmung wurde von folgenden Herren, welchen hier gedankt sein soll, vorgenommen. Hemiptera und neue Art *Campoplegidea* Herr Stuart Walley, Entomological Branch Ottawa, *Ichneumonidae* Herr R. A. Cushmann, U. S. Nat. Mus. Washington, *Chalcidoidae* Herr A. B. Gahan, Bureau of Entomology Washington, *Diptera* C. H. Curran Am. Mus. Nat. Hist. New-York.

Räuber.

a) Phytocoris angustus Reuter.

Acta Soc. Sci. Fenn. XXXVI, Nr. 2, S. 29.

Diese Art wurde von Reuter 1909 erstlich beschrieben. Professor Howard Madison Parshley gibt in seinem Werk „The Hemiptera or sucking insects of Connecticut, Stat. Geol. and Nat. Hist. Survey, Bull. Nr. 34", eine neuerliche Beschreibung und bemerkt, daß dieses Insekt in den Provinzen New-York, Vermont in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Nova Scotia Kanada an der Hemlockstanne *Tsuga canadensis* gesammelt wurde. Nach Blatchley, „Heteroptera or true Bugs of eastern North America, 1926" kommt als weiterer Fundort Black Mountains, North Carolina hinzu.

Beschreibung: Länge 6—6,2 mm, Breite 2,1 mm; Kopfbreite 0,96 mm, Scheitelbreite 0,34 mm. Kopf gelblich rot, Wangen und ein Fleck am Grunde des Lorum braunschwarz, Tylus gleichmäßig gelb; Rostrum 2,6 mm lang, bis zur Mitte des sechsten Hinterleibsegmentes reichend, gelblich bis auf das etwas dunklere apikale Ende.

Erstes Fühlerglied 1,26 mm lang, ein viertelmal so lang als das Pronotum, Grundfarbe blaß gelblich mit braunroten unregelmäßigen Querbinden, teilweise aufgelöst, so daß die dazwischen liegenden blaßgelben Stellen ineinanderfließen. Zweites Fühlerglied 2,86 mm lang, braunrot, etwas gelblich auf der Rückenseite, mit blassen Anulus am Grunde; drittes Fühlerglied 1,5 mm lang, dunkel, schwärzlich, mit schmalem gelbem Ringe an der Basis; viertes Fühlerglied 1,1 mm lang, schwärzlich.

Pronotum: Länge 1 mm, Breite an der Basis 1,66 mm; schmutzig gelblichgrau in der Grundfarbe, Calli und Kragen gelblich, Seitenrand der Scheibe mehr rötlich, der Basalrand schmal und gelb. Kurz vor letzterem erscheinen zwei braunschwarze Flecken zu beiden Seiten der Mittellinie. Der Halsschild ist mit gelb bis schwarzen abstehenden Haaren bedeckt, zu beiden Seiten der Mittellinie etwas gedrängter angeordnet, dazwischen überall mit kürzeren seidenartigen Härchen.

Die Propleuren sind schwarzbraun, die ventro-kaudalen Lappen blaßgelb. Der Prosternum ebenfalls schwarzbraun, die Mittellinie und die vorderen Seitenecken blaßgelb.

Das Schildchen ist gelblich mit je einem bräunlichen Flecken an den Seitenrändern kurz hinter der Mitte. Mesoepisternum lichter, gelblichbraun mit den ventralen Enden des Sklerites blaßgelb. Der sichtbare Teil der Hinterbrust ist blaßgelb.

Die Grundfarbe der Flügel blaßgelb mit dunkelbraunen Zeichnungen und der Embolarrand ganz leicht ausgebuchtet. Der Clavus ist rotbräun, einfärbig, etwas lichter kaudal; Corium zeigt zwei breite mehr oder minder deutliche dunkle Querbinden, die vordere kurz hinter dem kaudalen Ende des Scutellums, die zweite in der Höhe des Hinterrandes des Clavus. Der dazwischenliegende Teil rotbraun; hinter der zweiten Binde ein unregelmäßig begrenzter Flecken, blaßgelb, welcher auch auf den Cuneus übergreift und dessen ganzen vorderen Teil erfüllt; kaudales Ende rostbraun. Am Innenrande des Cuneus außerdem noch je ein kleiner dunkelrostbrauner Flecken. Die Membran dunkelrostbraun, ein blasser Flecken längs des Hinterrandes des Cuneus und der kleinen Areole. Clavus, Corium und Cuneus sind mit seidenartigen kurzen Härchen und dazwischen mit größeren, meist dunklen, abstehenden Haarborsten bedeckt.

Die Coxen sind gelblich, Trochantin und Femur mit blaßgelber Grundfarbe und dunkleren, braunroten, oft undeutlichen Querbinden; die Hinterbeine nahe dem apikalen Ende mit einem mittelbreiten, deutlichen, lichten Ring. Tibia und Tarsen von gleicher Grundfarbe wie der Femur, nur sind die dunklen Zeichnungen undeutlicher, mehr zusammengerückt und blasser. Hintertibia mit einem mehr undeutlichen, lichten Ring im vorderen Viertel. Ventralplatten dunkelbraun, letzte Platte deutlich lichter.

Die beiden Geschlechter sind ähnlich in Größe und Färbung.

Lebensweise: *Phytocoris angustulus* war verhältnismäßig selten. Erwachsene Exemplare wurden des öfteren an Raupen saugend angetroffen. Zeit: 13. August bis 12. September. Keine speziellen Versuche wurden angestellt.

b) Podisus maculiventris Say.

Ins. of Louisiana, 1832, S. 11.

Diese Art war bis zum Jahre 1899 allgemein unter dem Namen *Podisus spinosus* Dallas (1851) bekannt. Herrn S. H. Scudder gebührt das Verdienst, die Originalbeschreibung in der Bücherei der Gesellschaft für Naturgeschichte in Boston gefunden zu haben. Andere gebrauchte Gattungsnamen sind *Arma* und *Apateticus*.

Beschreibung: Länge 11—15 mm, Breite 6—8 mm; länglich oval, nach rückwärts stark verschmälernd, flach gewölbt oberseits, stark konvex unterseits. Grundfarbe matt lichtgelb bis lichtrötlichbraun, Unterseite stets etwas heller, mit Ausnahme der Flügelmembran und einiger noch zu erwähnender Zeichnungen ist der ganze Körper mit eingedrückten, rötlichbraunen bis dunkelbraunen Punkten dicht besetzt.

Kopf deutlich länger als breit, der Teil vor der Mitte der Augen nach vorne quadratisch. Die Teilungsnaht von Tylus und Jugum von einem schmalen punktfreien Streifen begleitet; Rostrum bis zur Mitte der Hinterhüften reichend. Die Fühler lichtrötlichbraun, drittes und viertes Fühlerglied oft teilweise dunkler, rostbraun; zweites Fühlerglied wenigstens eineinhalbmal so lang als das dritte, viertes und fünftes kürzer und gleichlang. Pronotum in den vorderen zwei Dritteln gleichmäßig gegen den Kopf hin abfallend, rückwärtiges Drittes horizontal, Seitenränder eingebuchtet, am vorderen Teile mit zahnartigen Auszackungen versehen, diese frei von Punkten, Seitenecken gewöhnlich scharf zugespitzt, Scheibe und vorderer Teil des Schildchens mit wellenartigen Linien, welche frei von Punkten sind. Propleuren mit einem dunkelbraunen Flecken vor dem lateralen Ende der episterno-epimeral-Naht. Stigmen am Mesothorax umrandet mit dunkelbraunem Ring; Metaepisterum mit Stinkdrüse, der Außenrand derselben in eine breite, lange, nach außen ziehende Chitinleiste ausgezogen, diese am lateralen Ende dunkelbraun. Der membrane Teil der Flügel am äußersten kaudalen Ende häufig mit einem rostbraunen Flecken, ein ebenso gefärbter Flecken an der Basis der Membran. Beine gelbrot, alle Schenkel mit zwei kleinen, dunklen Punkten am apikalen Ende; Schienen mit spitzem nach außen gerichtetem Dorn. Die von der Oberseite sichtbaren Teile der Tergite von ähnlicher Grundfarbe wie der Rest des Körpers, dicht besetzt mit eingedrückten Punkten, zu beiden Seiten der Tergitnähte mit einer dunkelbraunen bis schwarzen Einsäumung, häufig ein kleiner lichterer Flecken in dieser dunklen Umrahmung. Unterseite wie die Pleuren der Brust gefärbt, die lichtrotbraunen Punkte an den Seiten stark eingedrückt, gegen die Mittellinie zu stark verflachend, die dunkle Einsäumung der Tergitnähte etwas auf die Unterseite übergreifend. Erstes sichtbares Sternit nur mit schwach angedeuteten dunkleren Flecken nahe dem Seitenrande, 2., 3., 4. und 5. Sternit mit je einem dunklen Flecken längs der Mittellinie, der am 5. Sternit viel größer als die übrigen. Das fünfte Sternit außerdem mit einer Reihe von kleinen dunklen Fleckchen in der Mitte zwischen Mittellinie und Seitenrand. Intercoxalfortsatz des ersten Hinterleibssegmentes bis zur Mitte der Hinterhüften reichend.

Die Verbreitung dieser Art erstreckt sich über ganz Nordamerika.

Lebensweise: *Podisus maculiventris* Say. wurde häufig an den Spannerraupen saugend angetroffen. Besondere Versuche über die Lebensweise und die wirtschaftliche Bedeutung wurden nicht angestellt. Morrill (1906) konnte ein eingezwingertes Paar 55 Tage am Leben erhalten. Es fraß in dieser Zeit nicht weniger als 246 Larven von *Galerucea luteola* Müll. und sieben große Raupen. Wenn noch berücksichtet wird, daß das Weibchen 492 Eier ablegte, so kann daraus deutlich ersehen werden, welche Bedeutung dieser Räuber unter Umständen annehmen kann. Zu der Liste der bekannten Wirte von Kirkland (1898) und Hart (1919) ware nunmehr *Ellopia fiscellaria* Hübn. hinzuzufügen.

c) Podisus serieventris Uhler.

Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. XIV, 94, 1871.

Beschreibung: Länge von 9,5—11,5 mm, Breite von 5,5—6,5 mm. Gestalt und Grundfarbe ähnlich wie in P. maculiventris Say. gewöhnlich etwas dunkler im Ton, selten stärker rötlich.

Kopf wie in *maculiventris* Say., Fühler rötlich braun, das dritte und vierte Fühlerglied dunkler, Unterseite, besonders die ersten zwei Glieder, deutlich heller. Schildchen mit vorderen Seitenecken ohne Punkte, elfenbeinfarbig; von gleicher Farbe sind auch die Seitenränder des Halsschildes. Flügelmembran mit einem dunkelbraunen Flecken am inneren basalen Winkel und am apikalen Ende. Unterseite lichter im Grundton mit rötlichbraunen Punkten. Dorn des ersten sichtbaren Hinterleibsegmentes nicht die Mitte der Hinterhüften erreichend. Vorderschienen mit Dorn breit, dreieckig, Hinterschenkel mit einem braunen bis rötlichen Ring am apikalen Ende.

Verbreitung: gemäßigtes Nordamerika.

Lebensweise: *Podisus serieventris* Uhler war der häufigste Vertreter der Raubinsekten im Gebiete. Das erstemal wurde diese Art am 27. Juli an einer Spannerraupe saugend angetroffen. Einmal aufmerksam geworden, war es nunmehr ein Leichtes, bei jedem Reviergang solche zu beobachten. Podisus serieventris war insbesondere im Monat August häufig, doch wurden solange Räuber saugend festgestellt, als Raupen zu finden waren. Sowohl die Imagines auch die älteren Nymphen saugten an demselben Wirt und sind die Fraßgewohnheiten die gleichen. Nur in einem einzelnen Falle wurde eine Spannerpuppe im Zwinger von einem Imago angenommen. Vollwüchsige oder nahezu erwachsene Raupen wurden fast immer jüngeren Raupen vorgezogen. Eine Liste der bekannten Wirte gibt Kirkland (1898); eine Reihe von Großschädlingen von Nordamerika werden darin aufgezählt.

Die Überwinterung erfolgt als Imago. Der Rahmen der Studie erlaubte nicht Versuche anzustellen, um zahlenmäßige Ergebnisse zu erhalten, inwieweit dieser Räuber eine Herabsetzung der Raupenbevölkerung zu verursachen imstande ist. Wenn die Vertilgungsziffer geschätzt werden soll, so würde der Autor nicht über 1% der gesamten Raupenbevölkerung hinausgehen.

Fraßgewohnheiten: Zum Studium der Fraßgewohnheiten wurden Imagos einzeln in Petrischalen eingezwingert (7 × 3 cm) und täglich mit frischem Fraßmaterial versehen. Bevor das Wirtstier angegriffen wird, findet immer eine eingehende Prüfung des Opfers statt. Die Bewegungen des sonst ziemlich trägen Räubers werden rascher, er umkreist das Opfer mehrmals und beklopft es mit den Fühlern. In Gefangenschaft werden die Raupen meist nervös und versuchen sich durch Flucht des Angriffes zu entziehen. Sobald das Opfer als passend befunden wurde, wird der Rüssel vorgestreckt und bei der nächsten sich bietenden Gelegenheit die Raupe angestochen. Ist der Rüssel eingedrungen, so erfolgen in der Regel nur wenige kurze Zuckungen des Opfers. Wahrscheinlich dürfte der Räuber sein Opfer durch ein einspritzendes Gift betäuben. Der Einstich erfolgt sowohl an der Brust als auch am Hinterleib der Raupe, doch in der Mehrzahl der Fälle wurde die Brustgegend für den Einstich gewählt. Meist wird das Opfer ohne Stellungswechsel vollständig ausgesogen, dennoch wurden Fälle beobachtet, wo ein zweiter Einstich erfolgte. Die Einstichstelle färbt sich nach kurzer Zeit braun. Der übrig bleibende Rest einer

solcherarts ausgesogenen Raupe ist braun und trocknet rasch ein. Nach einiger Übung können solche Leichen ohne Schwierigkeiten von jenen unterschieden werden, welche durch andere Ursachen zugrunde gegangen sind. Die Zeit, welche ein Räuber braucht, um eine vollwüchsige Raupe zu entleeren, scheint vom Hunger desselben abzuhängen. In einigen beobachteten Fällen wurden vollwüchsige Raupen in 6—8 Minuten vollständig ausgesogen, in anderen wurden dazu bis zu einer Stunde gebraucht. Ebenso verschieden war die Zahl der Raupen, welche an einem Tage gefressen wurden. Stücke, welche durch mehrere Tage gehungert hatten, fraßen in einem einzigen Tag bis zu vier vollwüchsige Spannerraupen. Bei regelmäßiger Fütterung wurden täglich ein bis zwei Raupen vertilgt. Der Fraß kann in jeder Stellung auch überhängend stattfinden.

Schriftenverzeichnis für die Hemipteren.

1851. Dallas, W. S., List of the specimens of Hemipterous Insects in the collection of the British Museum. Pt. I.
1871. Uhler, P. R., Notices of some Heteroptera in the collection of Dr. T. W. Harris. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. XIV, 96.
1906. Felt, E. P., Insects affecting park and Woodland trees. N. Y. St. Mus. Mem. I, 113, 161, 166, II, 608, 609.
1906. Morill, A. W., Some observations on the Spined Soldier Bug (*Podisus maculiventris* Say). Bull. **60**, U. S. Div. Ent. (N. S.), 160.
1909. Reutter, O. M., Bemerkungen über nearktische Copsiden nebst Beschreibung neuer Arten.) Acta Soc. Sci. Fen. XXXVI, 2, 29.
1909. Van Duzee, E. P., Observation on some Hemiptera taken in Florida in the spring of 1908. Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci. IX, 158.
1919. Hart, C., The Pentatomoidae of Illionois. Bull. Ill. St. Nat. Hist. Surv. XIII, 157—223.

Parasiten.

Soweit aus den Beobachtungen während der Eiablage geschlossen werden kann, sind in dem in Frage stehenden Gebiete keine Eiparasiten vertreten. Es kommen, lediglich Raupen und Puppenparasiten in Frage.

A. Diptera.

Die Zweiflügler sind mit vier Arten als Raupenparasiten vertreten. Mit Ausnahme von einer Art konnten alle Identifizierungen von Herrn Curran erhalten werden.

1. Lydella eufitchiae Twnsd.

Townsend, C. H. T., Trans. Am. Ent. Soc. XIX, 286, 1892.

Diese Art, welche in der Literatur als *Masicerus* (Townsend, Curran, Hawley, Caesar, Sherman, Greene), *Paradexodes* oder *Phrymolydella* (Townsend, Greene) aufscheint, wurde neuerlich von Curran in die alte Gattung *Lydella* Robineau Desvoidy verwiesen.

Originalbeschreibung (*Masicerus*): Augen dunkelbraun nackt; Stirne ein viertel mal so breit als der Kopf, Stirnstreifen braunschwarz, sammetartig, mehr als ein Drittel so breit als die Stirn, keine Orbitalborsten; Vibrissae nahe dem oralen Rand gelegen,

Borsten am Gesichtsrücken nicht ganz bis zur halben Höhe reichend; Stirn und Gesicht mit den Seiten goldfarbig, Gesichtseindruck und Wangen silberig; Fühler und Arista schwarzlich, drittes Fühlerglied ungefähr zweiundeinhalbmal so lang als das zweite; Proposcis schwärzlich, an der Spitze braun, Palpi bleich rötlichbraun; Occiput silberig, mit ziemlich dicht gestellten grauen Haaren. Thorax dünn weiß silberig bestaubt, mit fünf von vorne nach rückwärts verlaufenden schwarzen Streifen, die äußeren an der Naht unterbrochen, der mittlere vor der Naht nicht sichtbar, Humeri und Pleuren silberig weiß; Schildchen schwarz, mit einen dünnen silberigen Überzug. Hinterleib schwarz glänzend, die Basis der Segmente zwei bis vier mit breitem silberig weiß bestäubtem Querband; erstes Segment mit einem medio-marginalen und einem lateralen Paar Macrochaetae; zweites Segment mit solchen medio-marginal, discal und lateral; drittes Segment mit einem medio-discalen Paar und einer marginalen Reihe; Analsegment dicht besetzt mit Macrochaetae mit Ausnahme der Basis. Beine schwarz, Vorderschenkel silberig an der Außenseite, Mittel- und Hinterschienen mit dornenartigen Borsten, Klauen

Abb. 21. *Winthemia* sp., Weibchen. Original.

Abb. 22. *Lydella eufitchiae* Twnsd., Weibchen.

und Pulvilli länglich, die letzteren rotbraun. Flügel grau, durchsichtig, Tegulae weißlich, Halteren rotbraun, Länge 7,5 mm, Flügelspannweite 5,5 mm.

Verbreitung: Die Holotype stammt aus Colorado. Seither sind noch die folgenden Fundorte bekannt geworden: Prince Rupert, B. C. (Buckell), Ithaca, N. Y. (Hawley), Avary County, N. C. (Sherman), Simcoe, Norfolk County, Ont. (Caesar), Fort Colin, Colorado (Baker), und New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Rhode Island (Johnson).

Die folgenden Wirte sind bekannt: *Eufitchia ribeariea* Fitch. (Townsend), *Hypena humili* Harris (Hawley), *Alsophila pomentaria* Peck (Sherman), *Cacoecia argyrospila* Wlk. (Caesar), *Cacoecia rosaceana* Harr. (Caesar), *Cacoecia semiferana* Wlk. (Caesar), *Thamnonoma flavicaria* Pack. (Baker), *Thamnonoma 4-linearia* Pack. (Baker).

Tönnchen: Greene gibt die folgende übersetzte Beschreibung: Sehr groß, matt dunkelrot, sehr fein gerunzelt; Stigmen glänzend schwarz, leicht erhöht. Entfernung voneinander so groß wie eine Stigmenplatte im Durchmesser; eine kleine Auskerbung oberhalb und zwischen den Stigmenplatten, ebenso je eine unterhalb jeder Platte; unter diesen eine längliche quergestellte Erhebung mit einem zentralen, länglichen Eindruck. Stigmen in der Längsachse gelegen. Analöffnung klein, weit unterhalb der Stigmen.

Länge 9,5 mm, Durchmesser 4,5 mm.

Lebensweise: In der Literatur sind keinerlei Angaben dieses Inhaltes zu finden. Zwischen dem 4. und 6. September schlüpften mehrere Imagos von Spannerpuppen. In einem Fall auch von einer anscheinend eingetrockneten toten Raupe. Die Tönnchen waren in der Wirtspuppe zu finden.

Schriftenverzeichnis.

1892. Townsend, C. H. T., Trans. Am. Ent. Soc. XIX, p. 286.
1895. Baker, C. F., Ent. News. VI, p. 174.
1908. Townsend, C. H. T., Wash. Smiths. Inst. Mis. Coll. 51.
1916. Caesar, L., 45 th. An Rep. Ent. Soc. Ont. p. 173
1918. Hawley, J. M., N. Y. Coll. Mem. 15, p. 196.
1921. Sherman, T., J. Ec. Ent. XIV, p. 283.
1922. Greene, C. T., Proc. U. S. Nat. Mus. V, 60, art. 10, p 27.
1925. Curran, C. H., Can. Ent. LVII, p. 283.
1925. Johnson, W. J., Fauna of New England, Bost. Soc. Nat. Hist., p. 201.
1927. Curran, C. H., Can. Ent. LIX, p. 13.

2. Winthemia sp.

Eine Artbestimmung dieses Tieres konnte leider nicht erhalten werden. Im folgenden soll eine Beschreibung desselben versucht werden.

Weibchen: Kopf in der Höhe der Vibrissen kürzer als in der Höhe der Fühlereinlenkung! Vibrissen um die orale Öffnung. Palpi gelblich, mit schwacher Behaarung; Augen fein behaart; von vorne besehen die Stirn nur wenig enger als der Durchmesser der Augen, Innenrand der Augen gerade, Gesicht nach unten nur wenig verbreitert, silberweiß; Stirn ist in der Höhe der Fühlereinlenkung an den Seiten goldig bestäubt, nach dem Scheitel zu in ein mattes Dunkelbraun übergehend, die Mittelstrieme etwas breiter als eine Hälfte der verbleibenden Stirn, matt schwarzbraun, längs gerunzelt, ganz leicht silberig bestäubt; 2 nach vorwärts gerichtete Ocellar- und Orbital-Borsten vorhanden. Wangen braunschwarz, silberig bestäubt, eine doppelte Reihe von kurzen, schwarzen Borsten längs der äußeren Augenränder, restliche Fläche bis zum Occiput dicht weiß behaart. Fühler dunkelbraunschwarz in der Grundfarbe, die zwei basalen Glieder glänzend mit kurzen schwarzen Börstchen, das dritte Glied matt, goldig bestäubt, nicht ganz so lang als das zweite, Arista schlank eineinhalbmal so lang als das dritte Fühlerglied.

Thorax schwarzbraun, mit undeutlichen Längsbändern von silberiger Bestäubung, 2 sterno-pleural, 4 post-sutaral dorso-zentral und ein paar pteropleurale Marcochaetae, letztere bedeutend kürzer als die sterno-pleurale Macrochaetae. Schildchen dunkelschwarzbraun, bedeutend lichter distal, mit 4 langen Macrochaetae jedersets am und nahe dem Seitenrande.

Hinterleib mit erstem Segment glänzend dunkelschwarz und etwas lichteren Seitenecken; zweites, drittes und viertes Segment lichter in der Grundfarbe, mit silberig weißen Querbändern am Vorderrand und lichteren Seitenecken, die silbrigen Querbinden hinten unregelmäßig begrenzt; zweites Segment mit je einer langen Macrochaetae nahe der Mittelline am Hinterrand, zwei weitere an den äußersten Seitenecken; drittes Segment mit je fünf langen Macrochaetae am Hinterrand, die Entfernung voneinander gleichmäßig gegen die Seiten abnehmend; viertes Segment mit zahlreichen Macrochaetae am deutlich licht braunroten distalen Ende. Unterseite des Hinterleibes lichtbraun im Grundton mit ähnlicher Silberzeichnung wie dorsal, Ovipositor braun.

Beine schwarz, mit silberiger Bestäubung und die Mittelschiene mit zwei langen Borsten an der Außenseite.

Lebensweise: Die Eier werden an die Spannerraupe abgelegt; die Parasitenlarve entwickelt sich in der Raupe und verläßt dieselbe erst nach der Verpuppung desselben. Überwinterung erfolgt als vollwüchsige Made. Eine Generation jährlich.

Die ersten parasitierten Spannerraupen wurden am 18. Juli gefunden; von diesem Zeitpunkte konnte solche immer angetroffen werden und nahm dessen Zahl ständig zu.

In der Regel legt die Fliege ihre Eier an die vollwüchsige Spannerraupe ab. In nur zwei von 50 Fällen wurden Raupen des vorletzten Stadiums parasitiert. Bezüglich der Zahl der Eier, welche an eine Wirtsraupe abgelegt, kann gesagt werden, daß ein einziges Ei die Regel ist. Jedoch waren zwei Eier oft, drei selten und mehr als drei in Ausnahmsfällen beobachtet worden. Von 50 parasitierten Raupen, welche diesbezüglich untersucht wurden, hatten acht oder 16% zwei Eier an dem Körper.

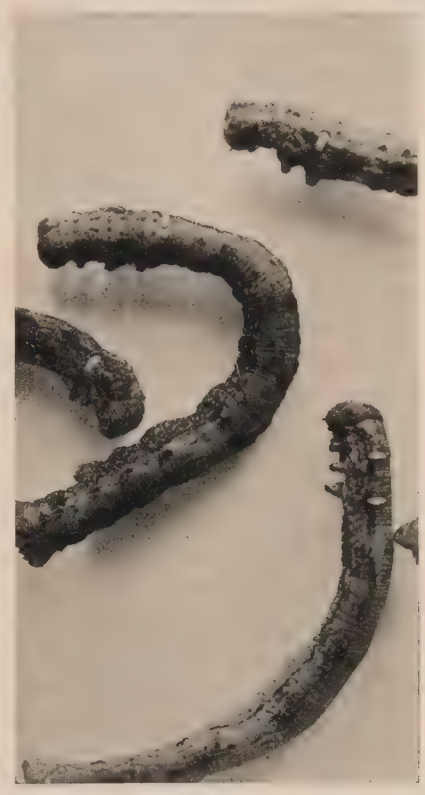


Abb. 23. Hemlockspannerraupen von *Winthemia* sp. parasitiert. Original.

Die bevorzugten Körperteile des Wirtes zur Eiablage sind die Hinterbrust und das erste Hinterleibsegment. Einzelne Eier wurden auch an die Mittelbrust und das zweite Hinterleibsegment abgelegt. Nur in Ausnahmsfällen wurden Eier an anderen Körperstellen, wie Kopf und Vorderbrust, angetroffen. Die Verteilung der Eier an 50 untersuchten Raupen mit insgesamt 58 Eiern war folgende:

Vorderbrust	1,6%
Mittelbrust	2 „
Naht zwischen Mittel- und Hinterbrust	10,2 „
Hinterbrust	25,9 „
Naht zwischen Hinterbrust und erstem Hinterleibsegment	10,3 „
erstes Hinterleibsegment	39,3 „
zweites Hinterleibsegment	6,9 „

Die Eier sind meist mit ihrer Längsachse quer zur Körperachse des Wirtes gelegen. Anders situierte Eier sind wahrscheinlich nur Zufallergebnisse, welche durch Reaktionen der Raupe verursacht wurden. Die Lage der Eier an den Körperabschnitten selbst wurde an 50 Eiern wie folgt ermittelt:

ventrale	Seite des Wirtskörpers	3,5%
dorsale	„ „ „	50,0 „
laterale	„ „ „	12,0 „
latero-dorsale	„ „ „	31,0 „
latero-ventrale	„ „ „	3,5 „

Das Ei ist länglich oval im Grundriß, stark konvex oberhalb, nahezu halbkreisförmig im Querschnitt, mit ebener Basis. Unmittelbar nach der Eiablage ist es wahrscheinlich derart weich, daß es sich ganz der Körperoberfläche des Wirtstiers anschmiegt. Nach kurzer Zeit wird die Eischale hart, ist dann schmutzig weiß und ohne jede spezielle Skulptur. 26 Messungen ergaben folgende Dimensionen: Länge von 0,57—0,72 mm, Mittel 0,65 mm; größte Breite 0,26— 0,34 m; Mittel 031 mm und die durchschnittliche Höhe betrug 0,16 mm.

Die Eischale verbleibt in der Regel bis zur Verpuppung der Wirtsraupe am Körper kleben. Weder die Eiablage noch die Begattung konnten beobachtet werden. Eingezwingert legte ein Weibchen in sechs Stunden vier und ein anderes in vier Stunden fünf Eier ab. Trotzdem sich der Zwinger auf dem Arbeitstisch des Autors befand, entging die Eiablage demselben vollkommen. Aller Wahrscheinlichkeit nach geht dieselbe sehr schnell vor sich und ohne viele Vorbereitungen. Zeitmangel erlaubte nicht, die Versuche zu wiederholen. Eingezwingert und mit Zuckerwasser gefüttert konnten diese Tachinen bis zu sieben Tagen am Leben erhalten werden. Das tatsächliche Alter derselben zur Zeit der Einzwingerung ist unbekannt.

Die jungen Tachinenmaden dringen unter dem Schutze der Eihülle in die Spannerraupen ein. In der Regel verlassen die vollwüchsigen Maden den Wirt erst nach dessen Verpuppung. In einem einzelnen Falle wurde beobachtet, daß eine solche Made von einer vollwüchsigen Raupe schlüpfte. Hier handelt es sich wahrscheinlich um einen Fall, in welchem das vorletzte Raupenstadium parasitiert wurde. Leider konnten keine Versuche zur Feststellung der Dauer des Eistadiums, der Larvenstadien usw. vorgenommen werden. Von den neun in Gefangenschaft parasitierten Raupen wurde eine durchschnittliche Entwicklungszeit, von der Eiablage bis zum Schlüpfen der vollwüchsigen Made, von 16 Tagen errechnet. Von dieser entfielen 5 Tage auf die Entwicklung des Eies, vermehrt um die Zeit, in welcher die Made in der Spannerraupe lebte, und 11 Tage auf die Entwicklungszeit innerhalb der Spannerpuppe. Die letztgenannte Zahl stimmt mit Vergleichsziffern, welche auf Grund viel umfangreicherer anderer Versuche gewonnen wurden, nicht überein. Sie ist um ein mehrfaches zu lang. Der Grund hierfür mag darin liegen, daß zu alte Raupen für die Versuchsanstellung verwendet wurden, was naturgemäß die Entwicklungszeit innerhalb der Puppe verlängern müßte.

Über 300 parasitierte Raupen wurden im Freiland gesammelt und im Laboratorium durchgezüchtet. Die vollwüchsigen Maden schlüpften hier im kürzesten Falle $3^1/_2$ Tage nach der Verpuppung der Spannerraupe. Die längste beobachtete Entwicklungszeit innerhalb der Puppe dauerte allerdings auch hier $11^1/_2$ Tage, aber der Großteil der Maden schlüpften

schon zwischen dem 6. und 8. Tage nach der Verpuppung (siehe auch Abb. 25.) Nach dem Verlassen der Parasitenmade bleibt eine vollkommen leere Puppenhülle des Wirtes zurück. Nach einiger Übung ist es nicht schwer, solche Puppenhüllen von jenen zu unterscheiden, aus welchen gesunde Falter schlüpften. Erstere sind gewöhnlich dunkler gefärbt und stärker glänzend.

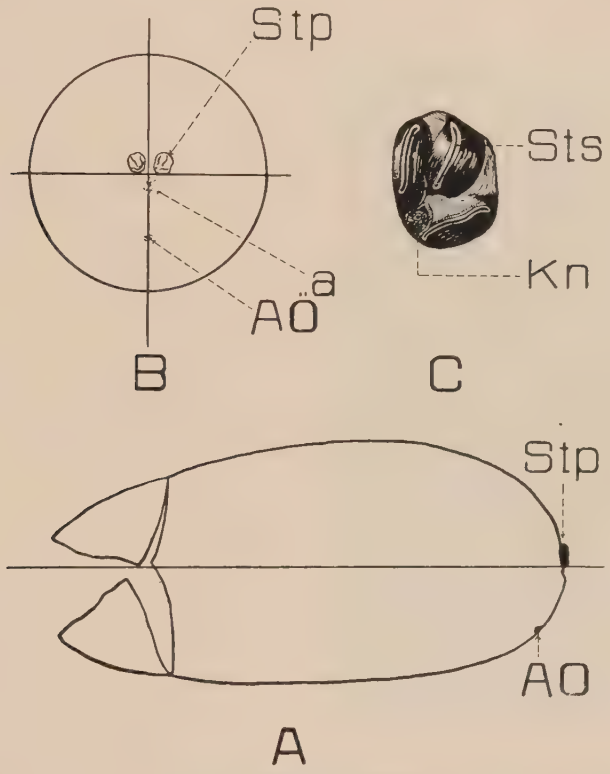


Abb. 24. Tönnchen von *Winthemia* sp.
A Seitenansicht, B Ansicht von rückwärts, C Einzelne Stigmenplatte. a Medianer Eindruck, AÖ Analöffnung, Kn Knopf, Stp Stigmenplatte, Sts Stigmenschlitz. Stark vergrößert. Original.

In 60 untersuchten Fällen schlüpften die Parasitenmaden auf folgende Weise:

durch Sprengen der Fühlernaht	79%
„ „ der Naht zwischen dem ersten und letzten Hinterleibssegment	13%
„ „ der dorsalen Nähte des Hinterleibes	3,2%
„ „ der Flügelnähte	1,6%
„ „ der dorsalen Brustnähte	1,6%

Die Parasitenmade sucht gleich nach dem Verlassen des Wirtes einen geeigneten Überwinterungsort. Die Wahl eines solchen ist infolge der beschränkten Bewegungsmöglichkeit solcher fußlosen Maden eng begrenzt. Die Bodenstreu und der Mulm alter Bäume, wo die Spannerraupen sich zu verpuppen pflegen, werden am häufigsten gewählt. Die Bildung eines Tönnchens (Abb. 24) findet im Herbst nicht statt. In einem einzigen Fall

wurde ein solches Tönnchen erhalten. Die Hauptcharakteristika sind folgende:

Tönnchen: Mittelgroß, nackt; Stigmen erhaben, Stigmenschlitze schwach gekrümmt, hinteres Ende des Tönnchens einfach abgerundet, nicht erhöht, Stigmenplatte erhaben, aber nicht abstehend, nahe dem hinteren Pol des Tönnchens, 3 Schlitze an jeder Platte, die oberen beiden parallel und etwas größer als der dritte; Knopf unansehnlich, die beiden Stigmenplatten deutlich voneinander getrennt, Entfernung gleich einem Viertel des horizontalen Durchmessers einer Platte, unter den Platten eine deutliche runde Erhebung mit einer zentralen Einbuchtung; Analöffnung klein, weit unter der horizontalen Achse. Länge 7 mm, größter Durchmesser 3,2 mm.

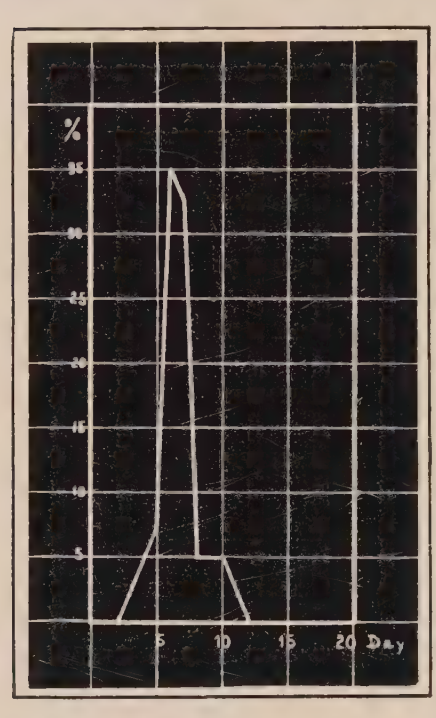


Abb. 25. Schlüpfen der *Winthemia*-Made an den verschiedenen Tagen nach der Verpuppung des Wirtes. Original.

Die Imagines, welche äußerst empfindlich gegen Störungen sind, wurden des öfteren Ende Juli und anfangs August im Freiland beobachtet.

Zur Feststellung des Parasitierungsprozentes wurden zwei Methoden angewendet: Einmal wurden durch die ganze Saison große Mengen von Raupen gesammelt, die Parasiteneier gezählt und weitergezüchtet. Die höchste Zahl parasitierter Raupen wurde am 4. August festgestellt; sie betrug 6,65%. Auf einer anderen Insel, welche schon im vierten Befallsjahre stand, ergab das größte Parasitierungsprozent am 7. August 17,48%. Auch von anderen Beobachtungen ähnlicher Natur kann geschlossen werden, daß bei Gradationen auf größerer Fläche etwa im dritten und vierten Befallsjahre sich das Parasitierungsprozent zugunsten der Dipteren verschiebt. Die zweite Art der Feststellung des Parasitierungsprozentes geschah durch Sammeln und Züchten von Spannerpuppen. Von der erwähnten Insel ergaben 1500 Puppen, welche von allen Teilen der Insel stammten, ein Parasitierungsprozent von 8,25%. Ein Vergleichsversuch von einer anderen Insel ergab nur 5,2%.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß gerade dieser Parasit unter den gegebenen Verhältnissen der wirksamste war. Leider kommt seine Hauptwirkung, wie ja in den meisten Fällen von Parasiten, erst dann recht zur Geltung, wenn die Spannerraupen ihr zerstörendes Werk nahezu vollendet haben.

3. Madremya saundersoni Will.

Williston, in Scudders Butterflies of New England Vol. 3, p. 1922, 1889.

Beschreibung des Weibchens: Stirn breit, 0,39—40 mm, die Präfrontalis in der oberen Hälfte glänzend, mit einer Reihe von 3 bis 6 kleinen zurückgebogenen Borsten zwischen den frontalis und den Augen- (mesad von den Orbitalis); Palpi schwarz; 4 postsutural-dorsozentrale Macrochaetae, 3 Sterno-pleurale, 1 ptero-pleurale Macrochaetae, letztere so groß wie die größte der sterno-pleuralen Macrochaetae. Fühler schwarz, das dritte Glied beinahe den oralen Rand erreichend, Arista am Ende verdickt; Mesonotum metallisch bläulich glänzend; Schildchen mit 3 Paaren seitlichen Macrochaetae, die distale Hälfte braun; Hinterleib gleichfarbig wie Mesonotum silberig scheinend, mit diskalen Macrochaetae; Mittelschiene mit 3 bis 4 langen Borsten an der Vorderseite; dritte Flügelader mit 3 Haaren nahe der Basis, erste hintere Zelle geschlossen oder mit einer ganz kurzen Petiole. Länge 4,5—6,5 mm.

Tönnchen (nach Greene): Mittelgroß, dunkelrot; Stigmen glänzend schwarz, nur wenig erhaben, die Platten durch einen Raum von halbem Plattendurchmesser oder weniger voneinander geschieden; zwischen den Platten zwei deutlich sichtbare Rinnen, dieselben so lang als die Platten, jede Platte mit vier sehr kleinen, gewundenen, gelben Schlitzen; Knopf groß, deutlich abgegrenzt; Stigmen über der horizontalen Achse gelegen, unter derselben ist eine deutliche quere, schwarze Wulst sichtbar; Analöffnung klein, weit unter den Stigmen. Länge 7 mm, größter Durchmesser 3 mm.

An den Tönnchen aus eigener Züchtung ist außerdem noch eine Querwulst oberhalb der Platten, diese ist länglich, von der Mitte gegen außen sich stark verschmälernd und von den Platten nur durch eine sehr schmale Rinne getrennt; unterer Querwulst mehr kreisrunden Durchmesser, kleiner als der der Platten; Abstand der Analöffnung von der Achse der Platten gleich dem dreifachen Durchmesser der letzteren.

Verbreitung: Aus der Literatur kann entnommen werden, daß dieses Tier über ganz Nordamerika verbreitet war. Derzeit scheinen sich zwei Hauptverbreitungsgebiete scharf abzugrenzen. Das erste ist die sogenannte kanadische Zone und der unmittelbar anschließenden Gebiete von Neu-Braunschweig bis nach Kalifornien und das zweite die hohen Lagen von Mexiko und Neu-Mexiko in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Wirte: *Argynnis cybele* Fabr. (Williston), *Euproctis chrysorrhea* L. (Howard und Fiske), *Autographa californica* Speier (Hyslop), *Ennomos magnarius Guenee* (Thotill), *Euvanessa antiopa* L. (Thotill), *Lycophotica margaritosa* Haworth (Essig, Lovelt), *Cacoecia parallela* Rob. (Franklin), *Ellopia fiscellaria* Hübn. (Schedl).

Lebensweise: Über die Lebensweise ist bisher so gut wie gar nichts bekannt geworden. Der Autor hat Versuche insofern angestellt, als er parasitierte Spannerraupen und Tönnchen gesammelt und im Laboratorium weitergezüchtet hat. Die Tachinenmade entwickelt sich in der Spannerraupe, um, wenn vollwüchsig, entweder die ebenfalls vollwüchsige Wirtsraupe oder junge Spannerpuppe wieder zu verlassen. Die Bildung des Tönnchens erfolgte in allen beobachteten Fällen kurz nach Verlassen des Wirtstieres, also noch in derselben Saison. Von 9 Versuchen schlüpften die Imagos an den folgenden Tagen: 24., 27., 28., (2) August, 4., 13. (2), 16. September und am 4. Oktober. In drei Fällen schlüpfte die vollwüchsige Tachinenmade von der erwachsenen Spannerraupe. Die Puppendauer war in einem Falle 10 Tage, in 2 Fällen 11, in einem 12, in zwei

14 und in dem letzten Versuch 23 Tage. Eier dieser Tachine wurden niemals gesehen. Alle parasitierten vollwüchsigen Spannerraupen zeigten eine etwas veränderte, mißfarbene, krankhafte Färbung. Der Mangel an Eiern an solchen Raupen ließe schließen, daß diese entweder leichter abfallen oder daß die Raupen in einem jüngeren Stadium parasitiert worden waren und die Eischale bei der Häutung mit der alten Haut abgestreift wurde. Einmal wurde Überparasitismus beobachtet, indem von einer Wirtsraupe eine vollwüchsige Tachinenlarve und eine Larve von *Camplopegidea ellopiae* schlüpften.

Schriftenverzeichnis.

1889. Williston, W. R., in Scudders Butterflies of New England. Vol. 3, p. 1922 (Phorocera).
1897. Coquillett, D. W., Revis. Tachin., p. 104.
1904. Baker, C. F., Invertebrata Pacifica. pt. I., p. 38.
1911. Howard and Fiske, U. S. D. A. B. E., B. 91, p. 145.
1912. Hyslop, J. A., U. S. D. A. B. E. B. 95, p. 117.
1913. Thotill, J. D., Can. Ent. 45, p. 73.
1915. Lovett, Sec. Bien. Crop. Pest Rept. Oregon Expt. Sta. p. 145.
1915. Winn and Beaulieu, List of Dipt. of the Prov. of Quebec., p. 142.
1915. Essig, Ing. and Benef. Ins. of Cal. ed. II, p. 329.
1921. Cole and Lovett, List of Diptera of Oregon., p. 302.
1922. Greene, C. T., Proc. U. S. Nat. Mus. V. 69, art. 10, p. 11.
1916. Townsend, C. H. T, Proc. U. S. Nat. Mus. V. 51, p. 305 (Madremyia parva n. sp.).
1924. Aldrich and Webber, Proc. U. S. Nat. Mus. V. 63, art. 27, p. 87 (Madremyia).
1925. Johnson, W. J., Fauna of New England. Bost. Soc. Nat. Hist. VII., p. 199.

Erycia rutila Mg.

Syn.: *Tachina festinans* Meigen, 1824,
Tachina rutila Meigen 1824,
Masicera rutila Schiner, 1862,
Masicera rutila Macquart, 1848,
Ceromasia florum Rdi. Brauer und Bergenstamm, 1880—94,
Ceromasia rutila „ „ „ , 1880—94,
Ceromasia festinans „ „ „ , 1880—94,
Erycia rutila, Curran, 1927,
Masicera festinans, Coquillet, 1897.

Beschreibung: Als Unterlagen wurden die Ausführungen von Meigen und Schiner benutzt. Kopf in der Höhe der Vibrissen weiter als in der Höhe der Fühlereinlenkung, die Vibrissen nahe dem Stirnrand; Untergesicht fast senkrecht, gelblich weiß. Stirne weiter als der horizontale Durchmesser der Augen, ockergelblich bestäubt, Mittelstrieme viel schmäler als die Seiten, samtartig schwarz, zuweilen mit rotem Schimmer; Borsten bis zur Mitte der Wangen herabhängend, Mundborsten am Untergesicht etwas fortgesetzt. Fühler braun, die Basalglieder gelblich, drittes Glied viermal so lang als das zweite, Arista bis über die Mitte hinaus verdickt; Tarsen gelb; Brust am Rücken mit vier feinen, schwarzen Längsstreifen, die äußeren an der Quernaht unterbrochen, der dazwischen liegende Teil silbrig bis ockergelb bestäubt, drei sterno-pleurale Macrochaetae; Schildchen ockergelb bestäubt; Hinterleib oft ganz ungefleckt, gelbgrau bestäubt, die apikalen Ränder der Segmente mit einer schwarzen Einsäumung, das vierte Segment gewöhnlich mehr gelblich, zweites Segment mit starken discalen Borsten; Beine schwarz mit

rotgelben Schienen, Mittelschiene mit drei dorso-zentralen Borsten; Flügel gelbbräunlich tingiert, die Basis, der Vorderrand bis zur Mitte hin, sowie die Schüppchen lebhaft gelb; Spitzenquerader nach außen gebogen, hintere Querader geschwungen. Länge 6,28 mm, Flügelspannweite 12,0 mm.

Verbreitung: Die von Meigen beschriebenen Typen stammten aus Turin in Italien; in der kanadischen Nationalsammlung sind Stücke mit folgenden Fundortsangaben vorhanden:

Kentville, N. Sc., 3—IX—1924, R. P. Gorham,
Lillooet, B. C., 6000 Fuß über dem Meere, 23—VII—1917, R. C. Treherne,
Canobie Lake, N. H., August 1892, G. Dimmock,
Seton Lake, Lillooet B. C, 6—VII—1926, J. Mc. Donnough,
Washington, D. C. 1—V—1927, Hall,
Dunneau, B. C., ohne weitere Angaben.

Aus dieser Sammlung und den Literaturangaben kann wohl geschlossen werden, daß dieses Insekt über den größten Teil des gemäßigten Nordamerika verbreitet ist.

Wirte: Die diesbezüglichen Angaben sind recht spärlich. Gorham nennt als den Wirt in dem Staate New York *Cingilia catanria*, Hawley zog die Tachine aus der Puppe von *Hypena humuli* Harris.

Tönnchen: Mittelgroß; matt rotgelb; Stigmen glänzend schwarz, erhaben; jede Stigmenplatte hat drei rötliche Schlitze, welche auf deutlich begrenzten Wülsten gelegen sind; die Platten eng beisammen, Zwischenraum ungefähr gleich einem Fünftel des Durchmessers einer Platte; Knopf groß, rund. Die Stigmen nur wenig oberhalb der Längsachse gelegen; unmittelbar unterhalb der Stigmenplatte eine breite, runde, flache Erhöhung mit einer Vertiefung nahe dem Apex. Analöffnung klein, weit unter den Stigmen. Länge 6,25 mm, größter Durchmesser 2,75 mm.

Lebensweise: Einmal, am 30. August, wurde ein Imago mit dem Netz gefangen. Tachinenmaden schlüpften aus vollwüchsigen Spannerraupen, in einem Fall auch von einer Puppe. Das Tönnchen wird sofort nach Verlassen des Wirtes geformt. Die Imagos schlüpften alle in der Zeit vom 7. bis 17. September. Nicht häufig.

Schriftenverzeichnis.

1824. Meigen, J. W., Syst. Beschreibung der bekannten europ. zweiflügeligen Insekten, S. 282.
1848. Macquart, M. J., Annales de la Soc. Ent. du France, p. 457.
1862. Schiner, J. R., Fauna Austriaca. Die Fliegen, S. 484.
1880—1884. Brauer, F., und Bergenstamm, J. v., Die Zweiflügler des kaiserlichen Museums zu Wien, S. 330.
1897. Coquillet, D. W., Rev. Tachinidae. p. 114.
1918. Hawley, J. M., N. Y. Coll. Mem. 15, p. 196.
1922. Greene, C. T., Proc. U. S. Nat. Mus. Mis. V. 60, art. 10, p. 31.
1925. Johnson, C. W., Fauna of New England. Bost. Soc. Nat. Hist. VII, p. 201.
1927 Curran, C. H., Can. Ent. LIX, p. 17.

Hymenoptera.

Campoplegidea (Viereckiana) ellopiae Wall.

Can. Ent., 1929, p. 22.

Diese Art wurde auf Ersuchen des Autors von Herrn Stuart Walley bestimmt und wie sich herausstellte, als neue Art befunden. Folgend wird eine möglichst genaue Übersetzung der Originalschreibung wiedergegeben.

Campoplegidea (Viereckiana) ellopiae n. sp.

Sehr ähnlich *C. fuscitarse* Vier., mit welcher Art die Größe und Grundfarbe übereinstimmt. Abb. 26.

Abb. 26. *Camplegidea (Viereckiana) ellopiae* Walley, Weibchen, stark vergrößert. Original.

Weibchen; Länge 10 mm; Propodeum mit einer seichten Furche, die basale Querleiste nicht so weit nach den Seiten reichend als in C. fuscitarsae und ohne apikale Querleiste.

Kopf einschließlich der Fühler schwarz, Mandibeln gelb, rötlich am Grunde und der Spitze: Palpi strohgelb; alle Hüften, hinterer Trochanter und Hinterschenkel schwarz; Trochanter der Vorderbeine oberseits gelblich, untererseits bräunlich; Trochanter der Mittelbeine oberseits bräunlich, unterseits schwarz; Vorderschenkel schwärzlich, das apikale Ende und Flexorseite gelblich; Mittelschenkel schwärzlich, apikales Ende und Flexorseite leicht braun; Mittelschiene und die basalen zwei Drittel des ersten Tarsalgliedes gelblich, restlicher Teil der Mitteltarsen bräunlich; Hinterschienen und Tarsen schwarz; die ersteren mit einem gelblichen Streifen auf der Oberseite. Hinterleib rötlich, jedes Tergit mit einer schwärzlichen Schattierung oberseits, das erste Tergit mit einem stärkeren ausgesprochen dreieckigen Flecken und die Seitenränder schwarz, Scheidenlappen ebenfalls schwarz.

Lebensweise: Die Eiablage erfolgt in die Spannerraupe. Die Larven leben in der Spannerraupe bis zur Vollwüchsigkeit und verlassen dieselben während des präpupalen Stadiums, eine vollständige leere Larvenhaut zurücklassend. Sofort nach Verlassen des Wirtes beginnt die Parasitenlarve, einen Kokon zu spinnen. Überwinterung erfolgt im präpupalen Stadium innerhalb des Kokons. Eine Generation jährlich.

Abb. 27. Oben: Puppen des Hemlockspanners. Unten: Kokons von *Campleridea* (*Viereckiana*) *ellopiae* Walley. Beides stark vergrößert. Original.

Die Begattung wurde nur einmal in Gefangenschaft beobachtet. Dauer 4 Minuten; beide Partner waren zweieinhalb Tage alt. Eiablage konnte nie beobachtet werden. Aus den Zuchtversuchen geht hervor, daß die Spannerraupen im vorletzten Stadium oder noch früher parasitiert werden. Die ersten Parasitenlarven verließen den Wirt am 4. August. Das Optimum des Schlüpfens fand Mitte August statt. Der letzt beobachtete Fall am 4. September. Von mehr als hundert Parasitenlarven schlüpften nur 3 aus der vollwüchsigen Spannerraupe und eine einzige von einer Spannerpuppe. Der Kokon wird unmittelbar nach dem Verlassen des

Wirtes geformt. Wo immer die Spannerraupen zur Verpuppung zu schreiten pflegen, können Kokons gefunden werden. In fünf beobachteten Fällen dauerte das Spinnen des Kokons 5—7 Stunden. Der Kokon ist erst seidenartig gelblich weiß gefärbt. Nach 24 Stunden nimmt er eine gräulich braune Färbung an. Innerhalb des Kokons findet die Überwinterung und zwar als Präpuppe statt. Der Kokon Abb. 27 ist länglich oval; 18 untersuchte Kokons ergaben folgende Masse; Länge von 7,24 bis 8,46 mm, größter Durchmesser 3,36 bis 5,07 mm. Scheinbar ausnahmsweise schlüpften in der Zeit vom 18. bis 29. August 7 Imagines von Kokons, welche aus Zuchtversuchen stammten. In diesen sieben Fällen betrug die Puppendauer von 9 bis 25 Tage.

Auf einer isolierten Insel wurden 2,25% der gesamten Raupenbevölkerung von *C. ellopiae* parasitiert gefunden. Die Imagines verlassen die Kokons, indem sie den einen Pol mehr oder weniger regelmäßig in einer Kreislinie abnagen.

In mehreren Fällen schlüpften von den Kokons Imagines von *Itoplectes conquisitor*. Alle derartigen *Itoplectes* waren auffallend klein. Ob hier beabsichtigter Hyperparasitismus oder zufälliger Suberparasitismus vorliegt, kann nicht entschieden werden. Der Autor würde aber den letztgenannten für wahrscheinlicher halten. Sehr oft wurde beobachtet, daß von Spannerraupen, welche mit Diptereneiern besetzt waren, gesunde *C. ellopiae*-Imagines schlüpften. Nur in einem einzigen Falle machten *C. ellopiae* und die Made von *Madremyia saundersoni* Will. ihre vollständige Entwicklung in einer Wirtsraupe durch. Es ist naheliegend zu schließen, daß *C. ellopiae* früher zur Eiablage schreitet und die später auftretenden Dipterenmaden die Konkurrenz der ersteren nicht zu ertragen imstande sind.

Itoplectes conquisitor Say.

Bost. Journ. Nat. Hist. I., pt. 3, p. 232.

Diese über den ganzen östlichen Teil Nordamerikas, östlich von den Rocky Mountains, verbreitete Art zählt unzweifelhaft zu den gewöhnlichsten und häufigsten Schmetterlingsparasiten. Seine Häufigkeit wird es rechtfertigen, wenn hier versucht wird, nicht nur eigene Beobachtungen niederzuschreiben, sondern auch einen Überblick über die vorhandene Literatur zu geben. Es soll vorweg genommen werden, daß die Angaben in der Literatur zwar zahlreich sind, aber recht wenig über die Lebensweise dieses wichtigen Parasiten enthalten. Die in Frage stehende Art erscheint unter folgenden Namen in den Schriften:

Cryptus conquisitor Say,
Cryptus pleurivinctus Say,
Pimpla conquisitor Riley,
Pimpla walshii Dalla Torre,
Apechtis conquisitor Morley,
Scambus conquisitor Viereck,
Ephialtes conquisitor Cushman.

Für die folgende Beschreibung haben die Ausführungen von Benjamin D. Walsh (Trans. St. Louis Acad. Sci. 1873, pp. 137, 138) und R. A. Cushman (Proc. U. S. Nat. Mus., 1921, V. 58, pp. 347—350) als Unterlagen gedient.

Weibchen: Kopf matt schwarz, fein und dicht punktiert, Clypeus breit gerundet am Apex, Malarraum ungefähr eindrittelmal so lang als die Weite der Mandibeln an der Basis, Scheitel weiter als die Stirn, Augen tief ausgerandet, Fühler ungefähr zweidrittelmal so lang als der Körper, an Breite nur ganz schwach gegen die Fühlerbasis abnehmend, unterer Rand der Einlenkungsstelle deutlich über der Mitte der Augen, Stirn seicht bis stark konkav, rauh punktiert gegen die Mitte; Durchmesser der Ocelli deutlich größer als die Länge der ocell-ocullaren Linie, die letztere selten mehr als halb so lang als die post-ocellare Linie; Notauli nur schwach angedeutet; Propodeum glatt poliert median und apikal, Rest punktiert, die Punkte werden schwächer und verschwinden fast ganz vor den Stigmen; diese breit oval; erstes Tergit ein wenig länger als das zweite; Ovipositor nur wenig länger als ein Drittel der Hinterleibslänge.

Männchen: Das Männchen unterscheidet sich vom Weibchen durch: Malarraum kaum ein Drittel so lang als die Weite der Mandibeln an der Basis; Fühler kürzer und gegen die Basis stärker an Breite abnehmend; unterer Rand der Einlenkungsstelle in der Mitte der Augen; Stirn flacher und stärker punktiert; hinterer Wangenteil stärker gerundet, wenig scharf abfallend.

Variationen: Weibchen. Länge von 5,5 bis 15 mm. Kopf von etwas weniger bis etwas mehr als halb so lang als breit; hinterer Wangenteil von stark gerundet bis beinahe eben; Stirn von leicht bis sehr stark konkav, die Einbuchtung reicht oberseits bis zum Scheitel, unterseits bis unter die Fühler; die Fläche zwischen den Fühlern und dem Clypeus von fein punktiert und poliert bis zu dicht körnchenartig punktiert und matt; unterer Rand der Fühlereinlenkung von in der Höhe der Mitte der Augen bis deutlich über denselben; Mesoscutum von etwas länger als breit mit keinen Anzeichen der Notauli bis zu viel länger als breit mit Notauli schwach ausgebildet bis zur Mitte; Propodeum von stark gerundet bis beinahe flach oberseits; die Stigmen von kreisrund bis breit oval; erstes Tergit des Hinterleibes von deutlich länger als breit mit stark ausgebildeten Stigmen bis so breit als lang und Stigmen nicht stark ausgebildet; Beine von matt bis hellgelb; Tegula, humeral Fleck, Flügelbasis und Anulus der Hinterbeine von rein weiß bis gelblich weiß; Fühler von farblos bis gelblich.

Männchen: Ungefähr dieselben Variationen wie in den Weibchen mit der Einschränkung, daß die Skulptur der Vorderstirn recht wenig variiert. Cushman fand die größten Abweichungen in der Form des Hinterleibes; in den kleinen Stücken ist dieser nur ganz wenig mehr als zeimal so lang als die Brust, länglich, spindelförmig, gegen beide Enden zu an Breite abnehmend, dicht und matt punktiert. In den großen Exemplaren ist der Hinterleib vollkommen dreimal so lang als die Brust, gleichbreit, zerstreut punktiert und stark poliert, glänzend. In der kleinen Form reichen die Flügel beinahe bis zur Hinterleibsspitze, in der größeren kaum bis zu zwei Drittel derselben.

Andere weniger konstante Variationen kommen in der Färbung der Beine, der Länge des Ovipositors usw. vor.

Die Wirte dieses Parasiten sind meist aus der Ordnung der Lepidopteren; darunter befinden sich eine ganze Reihe von Großschädlingen. Außerdem sind einige Fälle aus der Literatur und ein Fall aus eigener Erfahrung bekannt, in welchen primäre Parasiten als Wirte dienten. Die folgende Liste wurde aus der vorhandenen Literatur und eigenen Erfahrungen zusammengestellt.

Lepidoptera:

Hemileuca lucina Hy. Edwards (Cushman),
Hemileuca oliviae Cockerell (Ainslie, Wildermuth),
Hyphantria cunea Drury (Criddle),
Autographa brassicae Riley (Johnston, Cushman),
Anomis erosa Hübner (Cushman),
Aletia (Alabama) argillacea Hübner (Sanderson, Cushman, Riley),
Phrpganidea californica Pack. (Viereck),
Bleptina species (Cushman),
Hemerocampa leucostigma S. u. A. (Britton, Cushman, Schöne),
Porthetria dispar Lin. (Howard und Fiske),
Euproctis chrysorrhoea Lin. (Hitchings, Howard und Fiske),
Malacosoma americana Fabr. (Britton, Cushman, Fisk, Quaintance, Swenk),
Malacosoma fragilis Stretch (Criddle),
Nepytia carnosaria Walk. (Schedl, 1928),
Cingilia catenaria Drury (Dimmock),
Ennomos subsignarias Hübner (Cushman),
Thyridopterix ephemeraeformis Haw. (Cushman, Howard und Chittenden, Haseman Pakard),
Phakellura hyalinitalis Gue. (Viereck, Cushman),
Diaphania quadristigmalis Gue. (Cushman),
Acrobasis nebullela Riley (Gossard),
Mineola indigenella Zell. (Viereck),
Acrobasis rubrifasciella Pack. (Cushman),
„ *betullela* Hulst (Cushman),
„ *kearfotella* Dyar „
„ *caryaevorella* Rag. „
„ *caryabella* „
„ *species* „
Epermenia cicutaella Kerf. „
Oxyptilus periscelidactylus Fitch (Cushman),
Evetria frustrana Scudd. (Cushman),
Polychrosis viteana Clem. (Cushman, Johnson, Hammer),
Eucosma ocellana Schiff. (Du Porte),
Peronia hastiana Lin. (Cushman),
„ *minuta* Rob. „
„ *variana* Fern. (Schedl),
„ *species on hornbeam* (Cushman),
Cenopis pettitana Rob. (Cushman),
Archips rosaceana Harris (Hawley),
„ *argyrospila* Walk (Cushman, Gill, Herrick),
Tortrix fumiferana Clem. (Cushman, Johnson),
„ *fervidana* Clem. (Cushman),
„ *species* an Eiche „
„ *species* an Zeder in Texas (Viereck),
Eulia pinitubana (Cushman),
Laspeyresia molesta Busk. (Stearns),
Archips cerasivorana Fitch (Rogas, Baird, Patch, Cushman),
Argirolepia (Tortrix) quercifoliana Fitch (Cyrus, Thomas),
Ein Blattbinder an Eiche (Cushman).

Coleopteren:

Oncideres cingulata (Cushman),

Hymenopteren:

Rogas terminalis (sekundär an Lepid. Raupen, Cressor, Cushman),
Aleiodes intermedius Cress. (Viereck),
Ameloctonus fugitivus Say (Viereck),
Limneria (Hyposoter) fugitivus Say (Say),
Ameloctonus clisiocampae (Weed),
Spilocryptus extrematis (Cresson),
Isoropus coelebs (Walsh),
Campoplegidea ellopiae Walley (Schedl).

Lebensweise: Trotz der Häufigkeit dieses Insektes und der vielfach beobachteten hohen Parasitierungsprozente ist recht wenig über die Lebensweise bekannt geworden. Beinahe durchwegs wurde *conquisitor* als Puppenparasit erkannt. Einzelne ältere Literaturangaben, welche keine klare diesbezügliche Deutung zulassen, bedürfen einer Nachprüfung. Daß *conquisitor* auch als Hyperparasit auftreten kann, geht aus dem Verzeichnis der Wirte hervor. Dennoch scheint die Frage nicht ganz sicher gelöst zu sein, ob echter Hyperparasitismus oder unbeabsichtigter Superparasitismus vorliegt. Letzteres dürfte mehr Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Flugzeit: Die ersten Imagines wurden am 5. August wahrgenommen. Von dieser Zeit bis Ende September waren Imagines immer gegenwärtig. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die Imagines nicht schon vor dem besagten Datum aktiv tätig waren; sie sind lediglich erst um diese Zeit das erste Mal im Zusammenhang mit dem Spanner beobachtet worden. Die Tätigkeit des *conquisitor* beginnt kurz nach Sonnenaufgang und dauert bis zum Sonnenuntergang. An warmen Tagen waren dieselben sogar nach Sonnenuntergang bis zum Einbruch der Dunkelheit recht rege. Sie schwärmen stets nieder über dem Boden oder um die Stämme und Äste, untersuchen alle Rinderitzen, Astachseln, Wurzelanlaufe, die Bodenstreu, gefallene Borke, kurz alle jene Orte, an welche die Spanner sich zu verpuppen pflegen. Durch die auffallende Färbung des Hinterleibes sind sie von anderen Parasiten leicht zu unterscheiden.

Begattung: Dieselbe wird sowohl in der Natur als auch in der Gefangenschaft oft beobachtet. In letzterer kam auch zweimalige Begattung vor. Ein 36 Stunden altes Weibchen kopulierte um 11 Uhr 7 Minuten und ein zweites Mal mit einem anderen Männchen um 13 Uhr 48 Minuten. Der Begattungsakt dauerte jedesmal 30 Sekunden. Nach Beendigung der Begattung verharrt das Weibchen gewöhnlich einige Sekunden vollkommen regungslos Die darauf folgende Toilette dauert in vielen beobachteten Fällen von wenigen Sekunden bis zu 6 Minuten.

Eiablage: Die erste Eiablage wurde in Gefangenschaft am 10. August 5 Uhr 30 Minuten morgens beobachtet. Einem gefangenen Parasitenpärchen waren 7 frische Spannerpuppen aus eigener Züchtung, 24 bis 36 Stunden alt, vorgelegt worden. Das Weibchen stach in 5 Minuten 6 der Spannerpuppen, wie sich später herausstellte, erfolgreich an. Die siebente Puppe wurde wie vorgelegte vollwüchsige Raupen gemieden. Aus der Puppe

entwickelte sich später ein gesundes Spannerweibchen. Dasselbe Parasitenweibchen parasitierte in den folgenden Tagen über 30 Spannerpuppen mit Erfolg.

Der Vorgang bei der Eiablage ist folgender. Ehe das Weibchen zur Eiablage schreitet, wird die Wirtspuppe genauestens untersucht. Zu diesem Zwecke werden die Fühler benützt, die bei diesem Vorgange mit der Spitze stets nach abwärts gebogen getragen werden. Die Fühler sind immer in einer zitternden Bewegung, berühren dabei die Puppe, was Hase trefflich als Abtrommeln des Opfers bezeichnet hat. Diese Voruntersuchung dauerte in den vielen beobachteten Fällen von 5 bis 25 Sekunden. Des öfteren wurde beobachtet, daß das Weibchen nach ein- oder mehrmaligem Untersuchen der Puppe sich von derselben entfernt und nicht zur Eiablage schritt. Während dieser Voruntersuchung verhält sich die Puppe gewöhnlich vollkommen ruhig. Erst wenn das Parasitenweibchen sie mit den Beinen berührt, sich festzuhalten versucht, kommt Leben in die Puppe. Die Puppen sind meist mit einigen Gespinstfäden mit dem Hinterleibsende an die Unterlage befestigt, gleichgültig, ob sie sich in hängender oder liegender Lage befinden. Durch rasche Bewegungen des Hinterleibes ist sie befähigt, ihren Körper ziemlich schnell um die eigene Achse zu drehen. Durch andere Bewegungen können auch schlagartige Ausfälle auf den Parasiten erfolgen. Aus diesen Gründen müssen die Parasitenweibchen alle ihre Fähigkeiten benützen, um die Puppen solange ruhig zu halten bis der Ovipositor versenkt ist. In einigen Fällen wurde sogar beobachtet, daß Puppen in ihrem Kampfe gegen die Parasiten zeitweise erfolgreich waren. Gewöhnlich dauert der Kampf zwischen Puppe und Parasit von 5 bis 35 Sekunden. Während dieser Zeit ist der Ovipositor bereits frei und in einer rechtwinkeligen Lage zum Hinterleib. Das Einstechen selbst erfolgt langsam, oft ruckweise. Die Puppe verhält sich nach dem Eindringen des Legebohrers meist ruhig; oft wurde ein ganz leichtes Zittern des Hinterleibes beobachtet. Häufig wird die Lage des Legebohrers durch teilweises Zurückziehen und neuerliches Versenken verbessert. Bezüglich der Einstichstelle wurde keine bestimmte Regel wahrgenommen. Dennoch muß gesagt werden, daß die Brustregion und die anschließenden Körperteile bevorzugt wurden. Dem Parasiten scheint es darauf anzukommen, daß die Legebohrerspitze an den Verdauungskanal der Mittel- und Hinterbrust herankommt. Sezierungen haben diese Tatsache bestätigt. In solchen Fällen waren die Larven des Parasiten unterhalb des Verdauungskanales der Mittel- und Hinterbrust gefunden worden. Aus Zeitmangel konnten keine weiteren Untersuchungen in dieser Richtung angestellt werden. Der Akt der Eiablage selbst, d. h. von der Zeit, in welcher der Legebohrer richtig versenkt ist, bis zum Herausziehen derselben dauert von 30 bis 80 Sekunden. Sehr alte Weibchen brauchten auch mehrere Minuten. Ein Weibchen, das schon 14 Tage in Gefangenschaft gehalten war und viele Puppen parasitiert hatte, brachte es sogar auf $8^1/_2$ Minuten.

Während des Legeaktes verhält sich das Weibchen bis auf ein leichtes Zittern vollkommen ruhig. Das Herausziehen des Legerbohrers geschieht in der Regel in Bruchteilen von Sekunden. Wie schon Johnston beobachtet, tritt aus der Einstichstelle nach dem Entfernen des Legebohrers ein Tropfen Leibesflüssigkeit aus. Häufig, aber nicht immer, beginnt das Weibchen an diesen Tropfen zu lecken. Nach diesem Räubermahl, oder wenn dieses nicht stattfindet, gleich nach dem Zurückziehen des Legebohrers wird die Wirtspuppe nochmals durch eifriges Abtrommeln mit den Fühlern untersucht. Die beobachtete Zeit für diesen Vorgang schwankte zwischen 5 und 40 Sekunden.

Der letzte Akt der Eiablage ist ein sorgfältiges Reinigen des Weibchens. Die Fühler werden mit den Vorderbeinen, die Flügel und der Hinterleib mit den Hinterbeinen sorgfältig von anhaftendem Staub gereinigt. Unter gewöhnlichen Umständen werden hierfür 15 bis 45 Sekunden verwendet. Es kommt aber auch vor, daß das Weibchen nach der zweiten Untersuchung der Puppe abfliegt und sich erst reinigt, nachdem es einen passenden Platz zum Niederlassen gefunden hat.

Zusammenfassung der Teilakte bei der Eiablage:

Erstmaliges Abtrommeln, Voruntersuchung, 5—25 Sekunden,
Kampf mit der Puppe, Einstich, 5—35 Sekunden,
Eiablage, 30—80 Sekunden, bei alten Weibchen länger,
Herausziehen des Legebohrers, kurz, bis 1 Sekunde,
Nachmaliges Abtrommeln, 5—40 Sekunden,
Reinigung, 15—45 Sekunden.

Junge Imagines brauchten für den ganzen Legeakt bei Vorlage frischer Wirtspuppen nicht ganz eine Minute.

Die Weibchen können eine große Zahl von Puppen nacheinander anstechen. Außer dem eingangs erwähnten Falle wurde ein Weibchen beobachtet, welches im Zwinger 9 Puppen in $8^1/_2$ Minuten erfolgreich parasitierte. Die für die einzelnen Puppen gebrauchte Zeit und die Intervallen zwischen denselben war gegen das Ende der Serie deutlich länger. Im Freiland wird es natürlich kaum vorkommen, daß die Weibchen derartig viele Puppen auf ebenso engem Raum und ohne Hindernisse finden werden. Dadurch entstehen größere Intervalle von selbst. Des öfteren konnte gesehen werden, daß ein und dieselbe Puppe von verschiedenen Weibchen zweimal angestochen wurden. Ob tatsächlich zweimal Eier abgelegt worden sind, konnte mangels an entsprechenden Hilfsmitteln nicht festgestellt werden.

Lebensalter der Imagines: Eingezwingert konnten weibliche *conquisitor* bis 21 Tage am Leben erhalten werden. Als Futter wurde Zuckerwasser gereicht.

Entwicklung der Wirtspuppe: In sieben Fällen wurde festgestellt, daß aus dem abgelegten Ei bereits nach 24 Stunden die junge Parasitenlarve geschlüpft war. Die Larve wächst in der Wirtspuppe heran, um

schließlich die ganze Puppenhülle zu erfüllen und sich dort zu verpuppen. Das fertige junge Insekt verläßt die Wirtspuppe durch ein typisches unregelmäßiges Abnagen der Kopfregion (Abb. 28) derselben. Bisher wurde nicht beobachtet, daß ein Imago an einer anderen Körperregion der Wirtspuppe geschlüpft wäre. Die Art des Abnagens der Kopfregion kann in dem in Frage stehenden Gebiete mit ziemlicher Sicherheit zur Bestimmung des Parasitierungsprozentes herangezogen werden, weil die restlichen Hymenopteren die Puppe auf andere Weise verlassen.

Die Entwicklungszeit vom Ei bis zum Schlüpfen der Imagos schwankte in Gefangenschaft von 15 bis 27 Tagen. Ein einzelnes Stück, welches 34 Tage zu dieser Entwicklung brauchte, war außergewöhnlich klein. Der Grund hierfür konnte nicht festgestellt werden. Interessant bei der Entwicklungszeit ist, daß festgestellt werden konnte, daß dieselbe gegen Ende des Sommers beträchtlich an Länge zunahm. Fünfzig zu diesem Zwecke angestellte Versuche ergaben die folgenden Durchschnittswerte. Für die Eiablage wurden dabei nur ganz frische aus eigener Züchtung stammende Puppen verwendet.

Abb. 28. Rechts und links Hemlockspannerpuppen, aus welchen *Itoplectes conquisitor* schlüpften; Mitte: einzig beobachteter Fall, in welchem *Itoplectes conquisitor* aus einer Präpuppe schlüpfte.

Eiablage am	11. August,	Entwicklungszeit	. . .	18,0	Tage;
„ „	12., 13. August	„	. . .	17,0	„
„ „	14., 15. „	„	. . .	18,1	„
„ „	16., 17. „	„	. . .	19,5	„
„ „	18., 19. „	„	. . .	20,6	„
„ „	20., 21. „	„	. . .	23,2	„
„ „	22., 23. „	„	. . .	23,0	„

Wenn auch die Zahl der Versuche nicht genügend erscheint, und auch leider keine Apparate zur Verfügung standen, um die Umweltfaktoren zu bestimmen, so ist doch die steigende Tendenz der Entwicklungslänge deutlich veranschaulicht.

Generationsfrage: In Gefangenschaft wurden von den in den ersten Tagen des August gefangenen Weibchen zwei Generationen gezogen. Imagines der zweiten Generation schlüpften zwischen dem 22. September und 4. Oktober. Hier muß ausdrücklich betont werden, daß bis zu der Zeit am 5. August keine Beobachtungen vorliegen. Es ist durchaus möglich, daß die gefangenen Weibchen nicht überwinterte Imagines waren, sondern bereits das Ergebnis einer Generation an einem anderen Wirt. Kann dies auch nicht bewiesen werden, so steht doch jetzt schon fest, daß zwei Generationen bestimmt und eine dritte wahrscheinlich in den in Frage stehenden Landesteilen möglich sind.

Die Überwinterung erfolgt durchwegs als Imagines. Von den vielen tausenden gesammelten Wirtspuppen waren alle Spannerfalter und auch Parasiten Mitte Oktober geschlüpft.

Von 257 untersuchten Exemplaren eigener Züchtung waren 74,4 % Weibchen und nur 25,6 % Männchen. Das Überwiegen des weiblichen Geschlechtes wurde auch durch Freilandsammlungen bestätigt gefunden.

Von 52 Waldbodenproben, welche auf einer Insel in der Zeit vom 11. August bis 1. September untersucht und die gesammelten Puppen durchgezüchtet wurden, waren 2,6 % erfolgreich parasitiert gewesen. In gleicher Weise erhaltene Daten von einer anderen Insel zeigten ein Parasitierungsprozent von 3,5 %.

Itoplectes conquisitor wurde außerdem aus Puppen von *Nepitia carnosaria* Wek. gezogen.

Schriftenverzeichnis.

1836. Say, Thomas, Bost. Journ. Nat. Hist. I., pt. 3, p. 232.
1837. —, —, Bost. Journ. Nat. Hist. I., pt. 3, p. 235.
1859. Leconte, Writ. of Th. Say, Ent. II. 1859, p. 689. (*Cryptus conquisitor*), p. 691 (*Cryptus pleurivinctus*).
1872. Riley, C. V., IV. Rept. Nox. Ben. Ins. St. Missouri, p. 72.
1873. Dalla Tore, Trans. Acad. Sci. St. Louis, 3, p. 135 (nicht Gravenhorst).
1873. Walsh, B. D., Trans. St. Louis Acad. Sci., p. 137, 138.
1878. Cyrus, Thomas, 7 Rept. St. Ent. Illinois, p. 119.
1880. Provancher, A. L., Nat. Can. XII., p. 42.
1882. Lintner, J. A., 1st Ann. Rept. Ins. New York, p. 85.
1883. Provancher. A. L., Petite Faune Ent. Can. II., p. 463.
1885. Riley, C. V., U. S. D. A. V. Rept. Ent. Comm., p. 111.
1890. Packard, A. S., U. S. D. A. V. Rept. Ent. Comm, p. 261.
1891. —, —, Ins. Life. p. 462.
1901. Dimmock, G., Proc. Ent. Soc. Wash. IV., p. 154.
1903. Fiske, W. F., Techn. Bull. 6, N. H. Expt. Sta., p. 190.
1905. Gossard, A. H., Insects of the Pecan. Fla. B. 79, p. 295.
1907. Hitchings, E. F., Me. Ent. Rept. 3, p. 12.
1907. Patch, E. M., Insects Notes for 1907. Me B. 148, p. 265.
1907. Smith, J. B., The Bag Worm. N. Y. Rept. 1907, p. 419.
1908. Swenk, M. H., The Apple Tree Caterpillar. Nebr. Hort. Soc. B. 19, p. 16.
1909. Schoene, W. J., The Tussock Moth in Orchards. N. Y. St. B. 312, p. 47.

1910. Ainslie, C. N., The New Mexico Range Caterpillar. U. S. D. A. B. E. B. 85, p. 88.
1911. Howard und Fiske, Parasites of the Gipsy and Brown- Tail Moths. U. S. D. A. B. E. B. 91, p. 138, 144.
1912. Haseman, Leonhard, The Evergreen Bagworm. Mo. B. 104, p. 324.
1912. Herrick, G. W.. The Fruit Tree Leaf Roller. N. Y. C. B. 311, p. 286.
1912. Johnson and Hammer, The Grape Berry Moth. U. S. D. A. B. 116, II., p. 48.
1913. Gill, J. B., The Fruit Tree Leaf Roller. U. S. D. A. B. E. B. 111, V., p. 102.
1913. Johnston, F. A., On the Feeding Habits of Pimpla (Itoplectes conquisitor Say). J. Ec. Ent. VI, p. 144.
1913. Johannsen, O. A., Spruce Budworm, Tortrix fumiferana Clem. Me. B. 210, p. 27.
1914. Morley, Rev. Ichneum. 3, p. 32.
1915. Herrick and Leibey, R. W., The Fruit Tree Leaf Roller. N. Y. C. B. 267, p. 260.
1913. Sanderson, E. D., Insect Tests 1913.
1914. Britton, W. E., Unusual Abundance of the Apple Tree Tent Caterpillar. Conn. Rept. 13, p. 228.
1915. Du Porte, M. E., Some Insect Parasites of the Bud Moth. Quebeo Soc. Protect. Plants Rept. 7, p. 76.
1915. Quaintance, A. L., The Apple Tree Tent Caterpillar. U. S. D. A. F. B. 662, p. 7.
1916. Howard, L. O., and Chittenden, F. H., The Bag Worm, an injurious shade tree insect. U. S. D. A. F. B. 701, p. 7.
1916. Viereck, L. H., Guide to the insects of Connecticut, pt. III., The Hymenoptera, Conn. St. Geol. Nat. Hist. Surv. B. 22, p. 319, 321, 322.
1916. Wildermuth, V. L., The New Mexico Range Caterpillar and Its Controll. U. S. D. A. B. 443, p. 10.
1917. Britton, W. E., The White Marked Tussock Moth. Conn. Rept. 16, p. 109.
1917. Du Porte, M. E., The Eye-spotted Bud-Moth, Eucosoma ocellana Schiff. Quebec Soc. Protect. Plants, Rept. 9, p. 133.
1918. Baird, A. B., Some Notes on the Natural Controll of the Cherry Tree Ugly Nest Tortricid. Agr. Gaz. Can. 5, p. 770.
1918. Hawley, M. J., N. Y. B. Mem 15, p. 218.
1919. Stearns, L. A., Some Recently Recorded Parasites of the Oriental Peach-Moth. J. Ec. Ent. 12, p. 348.
1921. Cushman, R. A., The North American Ichneumon-Flies of the Tribe Ephialtini. Proc. U. S. Nat. Mus. V. 58, p. 347—350.
1921. Lochhead, W., Interrelations in Nature. Sci. Agr. I., p. 20.
1924. Criddle, Norman, Two Problems In Natural Controll. Ont. Ent. Soc. Rept. 54, p. 17.

Ephialtes pedalis Cresson.

Ent. Soc. Phil. V. 4, p. 268.

Ebenfalls ein recht häufiger Parasit, der über das ganze gemäßigte Nordamerika verbreitet ist. Aus der Literatur können außer der Wirtsangabe nur recht spärliche Notizen über die Lebensweise entnommen werden. Sogar die Frage, ob ein Puppen- oder Raupenparasit oder beides vorliegt, ist noch nicht endgültig entschieden. Die in Frage stehende Art scheint im Schrifttum unter folgenden Namen auf.

Pimpla pedalis Cresson,
Pimplidea pedalis Viereck,
Scambus pedalis Viereck,
Ephialtes pedalis Cushman.

Cushman gibt in seiner Arbeit „The North American Ineumon-Flies of the Tribe Ephialtini" eine sehr klare Beschreibung dieses Insektes. Eine gekürzte Übersetzung wird im folgenden mitgeteilt.

Weibchen: Clypeus breit und sehr seicht ausgebuchtet; Malarraum so weit wie die Basis der Mandibeln; Stirn und Scheitel gleich weit; die Augen interno-lateral ausgeschnitten; unterer Rand der Fühlereinlenkungsstelle unter der Mitte der Augen, Fühler lang, schlank, gegen die Spitze an Breite abnehmend; die Stirn stark konkav, quer gerunzelt in der Mitte; Durchmesser der seitlichen Ocelli gleich groß wie die Länge der Ocellular-Linie und etwas länger als die halbe Länge der Postocellar-Linie; Notauli vorne breit, aber nur schwach angedeutet; Propodeum oben quer gerunzelt, seitlich netzartig punktiert, hinten glatt poliert; Stigmen lang oval bis breit oval; Scutellum schwach konvex; Nervulus postfurcal. Vorderschiene schlank, gleichmäßig an Breite von der Basis zum Apex zunehmend.

Der Körper ist glänzend schwarz, Hinterschienen schwarz, ohne jede hellere Zeichnung an den Tarsen.

Männchen: Clypeus abgeschrägt; Malarraum zweidrittelmal so lang als die Breite der Mandibeln an der Basis; die Sculptur und Eindrücke am Hinterleib stärker als beim Weibchen. Die Größe schwankt in dem vom Verfasser gezogenen Material von 10 bis 24 mm einschließlich der Legeöhre.

Verbreitung: Ganz gemäßigtes Nordamerika.

Wirte:

Leucania unipuncta Haw. (Cushman, Britton, Gibson),
Orgya badia Hy. Edwards (Cushman),
Malacasomma distria Hübn. (Cushman),
Olene pinicola (Cushman),
Heterocampa guttivitta Wlk. (Patch),
Porthetria dispar (Howard and Fiske, Fernald),
Pyrrharctia isabella (Fiske),
Tortrix fumiferana Clem. (Fernald),
Polychrosis viteana Clem. (Johnson),
Euprochis chrysorrhoea L. (Howard and Fiske, Hitchings),
Clisiocampa americana Fabr. (Fernald),
Hyphantria cunea Drury (Criddle).
Halisidota caryae Harr. (Isely),
„ *maulata* Harr. (Fletcher),
Malacosoma fragilis Stretch (Criddle),
Saperda concolor Lec. (Davis, Coleoptera).

Lebensweise: Fliegende Imagines wurden in der zweiten Hälfte August und während des ganzen September hindurch beobachtet. In einem einzigen Fall konnte das Anstechen von einer Spannerpuppe in der Gefangenschaft beobachtet werden. Alle weiteren Versuche, welche darauf abzielten, Parasitierung von Spannerpuppen zu erzwingen, schlugen fehl. Von dieser Tatsache und den vorliegenden Literaturangaben kann mit ziemlicher Sicherheit geschlossen werden, daß hier ein Raupenparasit vorliegt. Die Entwicklung findet bis zum Schlüpfen der Imagines in dem Wirte statt. Imagines wurden stets nur aus den Spannerpuppen gezogen. Die ersten schlüpften am 2., die letzten am 30. September. Das Maximum des Schlüpfens war zwischen dem 8. und 10. September. Auf einer der Versuchsinseln waren 1,00%, auf einer anderen 0,60% der gesamten

Puppenbevölkerung parasitiert. Die Überwinterung erfolgt, soweit die Beobachtungen Schlüsse in dieser Richtung zulassen, als Imago. Das Verlassen der Wirtspuppen geschieht durch ein sehr regelmäßiges Abnagen einer kreisrunden Haube der Puppen-Kopfkapsel.

Schriftenverzeichnis.

1865. Cresson, E. T., Ent. Soc. Phil. V. 4, p. 268.
1873. Walsh, B. D., Trans. St. Louis Acad. Sci. V. 3, pt. 1, p. 132.
1891. Davis, G. C., Notes on a few Borers. Ins. Life IV, p. 66.
1893. Fernald, H. T., Ins. Life VI, p. 339.
1896. —, —, The Gipsy Moth, Rept. of the Work, p. 377.
1903. Fiske, F. W., Bull. 6, N. H. Expt. Sta. p. 201.
1908. Hitchings, E. F., Me. Ent. Rept. 3, p. 12.
1908. Patch, E. M., The saddled Prominent. Me. B. 161, p. 340.
1908. —, —, Insect Notes for 1908. Me. Agr. Expt. Sta. B. 162, p. 365.
1909. Fletcher, J., Rept. Ent. Expt. Farms 1907—1908, p. 208, 209.
1911. Howard, L. O., and Fiske, W. F., The Gipsy Moth. U. S. D. A. B. E. B. 91, pp. 137, 144.
1912. Johnson, F., and Hammar, A. G., U. S. D. A. B. E. B. 116, p. 102.
1914. Viereck, L. H., Bull. 83, U. S. Nat. Mus. p. 320.
1915. Gibson, Arthur, The Army Worm, Can. D. A. E. B. 9, p. 15.
1915. Quaintance, A. L., The Apple Tree Tent Caterpillar. U. S. D. A. F. B. 662, p. 7.
1317. Viereck, L. H., Hym. Conn. p. 320.
1918. Iseli, D., Orchard Injury by the Hickory Tiger Moth. U. S. D. A. B. 598, p. 11.
1921. Cushman, R. A., The North American Ichneumon Flies of the Tribe Ephialtini. Proc. U. S. Nat. Mus. 58, p. 333.
1924. Criddle, Norman, Two Problems in Natural Controll. Ont. Ent. Soc. Rept. 54, p. 17.
1927. Pettit, R. H., Rerpt. Mich. St. Ent. 1926.

Amblyteles velox Cresson.

Proc. Ent. Soc. Phil. III, 1864, p. 185.

Amblyteles velox war in zweifacher Beziehung ein äußerst interessanter Parasit. Einmal wegen seines so ausgeprägten sexuellen Dimorphismus (Abb. 29, 30) und zweitens der hohen Parasitierungsprozente wegen. Es soll vorweggenommen werden, daß auf der schon öfters erwähnten ersten Versuchsinsel ein Parasitierungsprozent von nicht weniger als 7,5% und auf einer anderen Insel ein solches von 5,6% gefunden wurde.

Die vorhandene Literatur ist spärlich und beschäftigt sich außerdem ausschließlich mit der Beschreibung des Imagines und da nur mit der des weiblichen Tieres, Fracker erwähnt zum erstenmal *Ellopia fiscellaria* als Wirt von *A. velox.*

Im folgenden soll versucht werden, eine Beschreibung der beiden Geschlechter zu geben.

Weibchen: Kopf rotbraun bis beinahe schwarz, dicht und runzelig punktiert, Clypeus apikal breit gerundet, Malarraum so breit wie die Weite der Mandibeln an der Basis; Scheitel enger als die Stirn; unterer Rand der Fühlereinlenkungsstelle deutlich unter der Mitte der Augen, Fühler ungefähr halb so lang als der Körper, Fühlergeisel gegen die Spitze hin leicht an Breite abnehmend, Geisel gewöhnlich eingerollt getragen,

dunkelbraun bis schwärzlich, Geiselglieder 7 bis 12 (von der Basis gezählt) weiß; Augen an der Innenseite kaum merklich ausgerandet; Stirn stark konkav gegen die Fühlereinlenkung; Durchmesser der Ocelli von derselben Länge wie die Ocellular-Linie, letztere gleich lang bis ganz wenig kürzer als die Postocellar-Linie; Thorax schwarz, Meso und Metatergum, Tegula, Scutellum und Flügeleinlenkung braun, Metatergum oft nur im vorderen Teil; Notauli deutlich; Propodeum runzelig punktiert, dunkelbraun bis schwärzlich, Basalarea, Areola, Petiolarea und Pleuren durch wulstige Nähte deutlich begrenzt; Hinterleib rotbraun, minutiös punktiert, Segmente gegen das Hinterleibsende gleichmäßig an Länge abnehmend, drittes Abdominalsegment am breitesten, von hier gegen beide Enden zu an Breite stark abnehmend, Ovipositor kurz, so lang als das sechste sichtbare Hinterleibssegment, die Beine rotbraun, Vorder- und Mittelschenkel etwas dunkler, Hinterschenkel schwarzbraun; Flügel hyalin bis gelblich, opalisierend.

Abb. 29. *Amblyteles velox* Cresson, Weibchen.

Männchen: Kopf, Brust und Hinterleib schwarz, Labrum und Clypeus weiß bis gelblich weiß, mit einem rechteckigen bis trapezförmigen dunkelbraunen Flecken unterhalb der Flügeleinlenkung, dieser Flecken mit einem schmalen dunklen Streifen zwischen der Fühlereinlenkung mit der dunklen Stirn verbunden, Clypeus vorne gerade abgeschnitten, Clypal-Foramen stark entwickelt, Malarraum zwei Drittel mal so lang wie die Breite der Mandibeln an der Basis; Durchmesser der Ocelli wenig kürzer als die Ocellular-Linie, letztere gleichlang wie die Postocellar-Linie, beide zweidrittel mal so lang wie die Breite der Mandibeln an der Basis; Durchmesser der Ocelli wenig kürzer als die Ocellular-Linie, letztere gleichlang wie die Postocellar-Linie, beide zweidrittelmal so lang als die laterale Ocellar-Linie; Notauli deutlich weiter nach rückwärts reichend als beim Weibchen; Tegula und Flügeleinlenkung braun; Hinterleib fein, dicht punktiert; Beine licht braun bis auf die Hinterschienen und die Tarsen, welche dunkelbraun sind.

Die Größe schwankt zwischen 8 und 13 mm in den Weibchen und zwischen 10 und 15 mm in den Männchen. Die Männchen sind außerdem etwas schlanker von Gestalt.

Abb. 30. *Amblyteles velox* Cresson, Männchen.

Lebensweise: Schwärmende Imagines waren vom 14. August bis Ende September ständig beobachtet worden. Viele Exemplare wurden zu Zuchtzwecken eingezwingert. Die Eiablage wurde bei Vorlage von frischen Spannerpuppen ohne Schwierigkeiten erreicht. Die Entwicklung vom Ei bis Imago dauerte in 37 beobachteten Fällen

von 26 bis 36 Tagen. Die Mehrzahl derselben schlüpften zwischen dem 26. und 30. Tage nach der Ablage der Eier. Die ganze Entwicklung findet innerhalb der Wirtspuppe statt. Beim Schlüpfen der Imagines wird immer der vordere Teil der Kopfkapsel durch einen kreisrunden Schnitt abgetrennt. Das erste Schlüpfen wurde am 28. August beobachtet. Das Maximum des Schlüpfens war zwischen dem 12. und 20. September, die letzte Wespe wurde am 8. Oktober erhalten. Im Spanner wurde nur eine Generation durchgemacht, aber es ist nicht ausgeschlossen, daß schon vorher ein anderer Wirt befallen worden war. Die Überwinterung erfolgt als Imago. Von 183 untersuchten parasitierten Spannerpuppen aus eigener Züchtung ergaben 119 Stück Männchen und 74 Stück Weibchen.

Abb. 31. *Zele* sp., Weibchen, stark vergrößert. Original.

Zele sp.

Leider konnte für diese Art nur der Gattungsname erhalten werden. Der Vollständigkeit halber und um zukünftige Arbeit zu erleichtern, wird eine kurze Beschreibung hier gegeben (Abb. 31).

Weibchen: Der ganze Körper einschließlich Fühler und Beine licht ockerbraun; Kopf runzelig punktiert; Clypeus konvex, vorne breit gerundet. Die Augen innen schwach ausgerandet, schwarz; Fühler etwas kürzer als der Körper, spindelförmig, hinterer Rand der Einlenkungsstelle deutlich oberhalb der Mitte der Augen; Durchmesser der Ocelli etwas größer als die Länge der Ocellular-Linie, die letztere wenig länger als die Postocellar-Linie, die laterale Ocellar-Linie wieder weniger länger als die Postocellar-Linie; Notauli deutlich, tief, in ein Dreieck auslaufend; erstes Hinterleibssegment beinahe zweimal so lang als das folgende, die Hinterleibssegmente gegen das Hinterleibsende an Länge ab- und an Breite zunehmend, Hinterleibsende rechtwinklig abgeschnitten, Ovipositor kurz, halb so lang als die Breite des letzten Hinterleibssegmentes. Länge: 8,5 mm, Flügelspanneite 19 mm. Männchen ist unbekannt.

Lebensweise: Nur drei Weibchen wurden aus dem Hemlockspanner gezogen. Weder Kopulation, noch Eiablage wurden beobachtet. Aus der Tatsache, daß die Parasitenlarven immer aus den vollwüchsigen Spanner-

raupen schlüpfen geht hervor, daß es sich um einen Raupenparasiten handelt. Am 10., 14. und 16 August wurde solches Schlüpfen beobachtet. Sofort nach dem Verlassen der Raupe (die Überbleibsel bestehen lediglich aus einer leeren Raupenhaut), beginnt die Larve einen Kokon zu spinnen. Dieser ist hellgelb und mißt in 9 untersuchten Fällen von 9 bis 11 mm in der Länge und 3,5 bis 4,5 mm in der Breite. Die Form ist länglich oval. In den drei beobachteten Fällen dauerte das Puppenstadium 14 bezw. 15 Tage. Beim Schlüpfen öffnet der Imago durch einen kreisrunden Schnitt den Kokon. Während des Monates September

Abb. 32. Kokons von *Zele* sp. Stark vergrößert. Original.

wurden noch eine Reihe von leeren aber frischen Kokons gefunden. Die Überwinterung erfolgt wahrscheinlich als Imago. Daß diese Art unter Hyperparasiten leidet, geht aus einer Anzahl von Kokons hervor, welche deutliche Ausbohrlöcher einer kleinen Schlupfwespe zeigen.

Die wirtschaftliche Bedeutung dürfte keine allzu große sein.

Hemiteles sp.

Es konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob diese Art primärer oder sekundärer Parasit ist. In zwei Fällen wurden Parasitenlarven beobachtet, welche Spannerraupen verließen und ihre Kokons zu spinnen begannen. Letztere sind fahlgelb, 6 mm lang, und stets einzeln, nicht in Klumpen vereinigt.

Chalcidoidae.

Dibrachis sp.

Von Spannerraupen gezogen, die Kokons ähnlich der vorbesprochenen Art. Bedeutung und Lebensweise unbekannt.

Pteromalus puparum L.

Wenige Exemplare von Spannerraupen gezogen. Bedeutung und Lebensweise wie im vorhergehenden Falle unbekannt.

Zahlenmäßige Wirkung der Parasiten.

Die Parasitierungsprozente der einzelnen Arten unterliegen großen Schwankungen. Diese treten einmal von Ort zu Ort auf und außerdem sind sie in den verschiedenen Ausbruchsaltern wechselnd. Wie schon eingangs erwähnt, scheint insbesondere eine Verschiebung von den Hymenopteren zu den Dipteren gegen das Ende der Gradation vorzukommen. Von zwei weit voneinander entfernt gelegenen Inseln wurden die Parasitierungsprozente so genau als möglich erhoben. Die Ergebnisse waren folgend:

	Versuchsinsel I	Versuchsinsel II
Diptera:		
Winthemia sp. *Lydella eufitchiae* *Erycia rutila* Meig. *Madremia saundersoni*	8,25	5,20
Hymenoptera:		
Itoplectes conquisitor Say.	2,60	3,50
Ephialtes pedalis Cresson	1,00	0,69
Campoplegidea ellopiae Wall.	2,20	1,80
Amblyteles velox Cresson	7,50	5,60
Zele sp.		
Hemiteles sp.		

Die Nachkommenschaft von 100 gesunden, jungen Raupen berechnet sich bei Berücksichtigung der bekannten Parasiten wie folgt:

Versuchsinsel Nr I.

Grundzahl, junge, gesunde Raupen		100
Raupenparasiten töteten		
Dipteren	8,2	
Ephialtes pedalis	1,0	
Campoplegidea ellopiae	2,2	
Zele sp., Hemiteles sp. Dibrachis sp., Pteromalus puparum	ca 1,0	
Verbleiben gesunde Raupen zur Verpuppung . . .		87,6

Puppenparasiten töteten

Itoplectes conquisitor	2,9	
Amblyteles velox	8,6	
Verbleiben gesunde Puppen		76,1

Rund ein Viertel der ursprünglichen Raupen waren durch die Wirkung der Parasiten und Räuber vernichtet worden. Von den verbleibenden Puppen schlüpfen 32,4 % Weibchen oder 24,6 Stück. Bei einer durchschnittlichen Zahl von 100 Eiern pro Weibchen wurden 2460 Eier abgelegt, oder in anderen Worten die Vermehrungsziffer von junger Raupe bis Ei würde noch immer 24,6 betragen.

Daß derartige Berechnungen nur theoretischen Wert haben können, liegt auf der Hand. Dennoch kann daraus ersehen werden, daß die Parasiten allein in dem in Frage stehendem Gebiete und der gegebenen Zeit nicht imstande wären, Schäden im kommenden Jahre zu verhüten. Es müssen vielmehr ganz andere Faktoren von ausschlaggebender Bedeutung sein. Als Hauptfaktor scheint dem Verfasser eine hohe Sterblichkeit der frisch geschlüpften Räupchen sehr wahrscheinlich. Sich eingehender mit dieser Frage zu befassen, erlaubte weder die zur Verfügung stehende Zeit, noch war es der beabsichtigte Zweck der Arbeit. Es wird zukünftig weit intensiverer Arbeiten bedürfen, um Licht auf diese Probleme zu werfen.

Beiträge zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung.

I. Mitteilung.

Von

O. Jancke.

(Aus der Zweigstelle Naumburg/Saale der Biologischen Reichsanstalt.)

(Mit 4 Abbildungen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Vorwort 277
II. Versuche mit saugenden Insekten 278
1 a. Versuche mit *Myxodes persicae* Sulz. an getopften Apfelbäumchen. (V. 1) 279
b. Versuch mit blutlausbefallenen Apfelbäumchen. (V. 2) 280
2. Versuch mit von Blattläusen (*Brachycaudus helichrysi* Kalt.) befallenen Pflaumenzweigen. (V. 3) 282
3. Versuche mit von Blattläusen (*Doralis* [*Aphis*] *pomi* Degeer [= *mali* F.]) befallenen Apfelzweigen 283
a) unter Verwendung von Nikotin. (V. 4) 283
b) unter Verwendung von Sublimat. (V. 5) 284
c) unter Verwendung einer chlorthymolhaltigen Lösung. (V. 6) 285
4. Versuch mit von Blattläusen (*Anuraphis farfarae* Koch = *piri* Koch befallenen Birnzweigen. (V. 7) 286
5. Versuch mit blutlausbefallenen Apfelzweigen 287
6. Versuch mit von (*Doralis* [*Aphis*] *fabae* Scop. [= *papaveris* F.]) befallenen Stengeln von *Vicia faba*. (V. 9) 288
7. Versuche über den Einfluß verschiedener Mittel in Nährlösungen auf Wachstum und Blattlausanfälligkeit von Bohnenpflänzchen 288
a) unter Verwendung von Nikotin. (V. 10) 288
b) unter Verwendung von Sublimat. (V. 11). 292
c) unter Verwendung von Fluornatrium, Kieselfluornatrium und Bariumchlorid. (V. 12). 293
d) unter Verwendung von Bariumchlorid und starken Kaligaben. (V. 13) 295
III. Versuche mit beißenden Insekten 297
1. Versuche mit Kohlpflanzen und Kohlweißlingsraupen (*Pieris brassicae* L.). (V. 14) 297
2. Versuche mit Pflaumenzweigen und Ringelspinnerraupen (*Malacosoma neustria* L.) 300
a) unter Verwendung von Nikotin. (V. 15) 300
b) unter Verwendung von chlorthymolhaltigen Lösungen. (V. 16) . . . 303
3. Versuche mit Lindenzweigen und Mondfleckraupen (*Phalera bucephala* L.). (V. 17) 304
4. Versuche mit Luzernestengeln und *Sitones*-Arten, Apfelzweigen und Apfelgespinstmottenraupen (*Hyponomeuta malinellus* Z.), Viburnum-Zweigen und und *Gallerucella*-Larven. (V. 18) 308
IV. Beurteilung der Versuche 308
A. Ergebnisse der eigenen Versuche 308
1. Wirkung der absorbierten Mittel auf die Versuchstiere 308
2. Wirkung der absorbierten Mittel auf die Versuchspflanzen 312
B. Ergebnisse der Versuche von A. Müller 316
V. Zusammenfassung der Hauptergebnisse 318

I. Vorwort.

Die Bekämpfung tierischer und pflanzlicher Schädlinge durch eine äußerliche (desinfektorische oder ektotherapeutische) Behandlung der erkrankten Pflanzen wird seit langem nach den verschiedensten Verfahren in Land- und Forstwirtschaft wie im Obst-, Wein- und Gartenbau durchgeführt. Auch die Frage, ob eine Heilung befallener oder ein Schutz gesunder Pflanzen auf innertherapeutischem Wege durch Einführung geeigneter Stoffe in die Leitungsbahnen oder deren Aufnahme mit den Wurzeln möglich ist, wurde schon seit Jahrzehnten erörtert. Wesentliche Beiträge zu dieser Frage lieferte besonders die Agrikulturchemie durch Untersuchung des Einflusses von Düngesalzen auf den Gesundheitszustand der Kulturpflanzen. Von seiten der Entomologie wurde vor allem die Frage des Einflusses hoher Kaligaben auf den Blattlausbefall verschiedener Pflanzen wiederholt bearbeitet (in neuester Zeit u. a. durch Davidson in England[1]) und auf Veranlassung Börners an der Zweigstelle Naumburg durch dipl. agr. Back, dessen Untersuchungen durch seinen Tod bisher leider noch unveröffentlicht geblieben sind). In diesem Zusammenhang sind auch die allerdings von falschen Voraussetzungen[2]) ausgehenden Versuche Monzens zu erwähnen,[3]) die darauf abzielten, die Blutlausanfälligkeit von Apfelpflanzen durch Änderung des p_H der Nährlösungen, in denen sie wuchsen, zu beeinflussen.

In den Vordergrund des phytopathologischen Interesses wurden dann die Fragen der inneren Therapie bei Pflanzen durch mehrere Arbeiten von A. Müller[4])[5])[6]) gerückt. Seine zuletzt veröffentlichten Versuche mit einem von ihm als „Präparat x" bezeichneten Stoff, der gereinigter, 95 bis 98% Nikotin enthaltender Tabakextrakt ist, gaben die Anregung, an der Zweigstelle Naumburg die Brauchbarkeit des Nikotins als innertherapeutischen Mittels nachzuprüfen und dadurch die Grundlagen der inneren Therapie bei Pflanzen einer Klärung entgegenzuführen.

Die vorliegende Mitteilung ist als 1. Beitrag hierzu gedacht. Dem Leiter der Zweigstelle, Herrn Ober-Reg.-Rat Dr. C. Börner, danke ich

---

[1]) Davidson, J., Biological Studies of *Aphis rumicis* L. Factors affecting the infestation of *Vicia faba* with *Aphis rumicis*. Ann. Appl. Biol. XII, 1925.

[2]) Monzen, R., The wooly apple Aphis (*Eriosoma lanigera* Hausm.) in Japan. III. Int. Ent. Kongr., II. 249—275, 1926.

[3]) Jancke, O., Die Anfälligkeit verschiedener Pflanzen gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen und der Wasserstoffionenkonzentration ihres Zellsaftes. Phytopathologische Zeitschr. II, 181—198, 1930.

[4]) Müller, A., Versuche zur inneren Therapie der Pflanzen (Die indirekte Einführung von Stoffen in die Pflanze). Anz. f. Schädlingskunde II, 157—164, 1926.

[5]) Müller, A., Versuche zur inneren Therapie der Pflanzen (Versuche zur Bekämpfung von Insekten mit beißenden Mundwerkzeugen). Anz. f. Schädlingskunde III, 29—33, 1927.

[6]) Müller, A., Fortsetzung von 5. Anz. f. Schädlingskunde III, 41—46, 1927.

für die Übertragung der Aufgabe, für manche wertvolle Anregung und die Überlassung eigener Versuchsergebnisse (siehe Teil IV A 1). Weiter bin ich für die bereitwillige Durchführung wichtiger Analysen von Versuchspflanzen auf ihren Nikotingehalt dem Direktor des Tabaksforschungsinstituts für das Deutsche Reich in Forchheim, Herrn Dr. König, sehr zu Dank verpflichtet.

Die ersten Versuche, die im Beisein von Dr. A. Müller und Ober-Reg.-Rat Dr. Börner zunächst an Reben von Herrn Reg.-Rat Dr. Thiem und an Apfelbäumchen von mir durchgeführt wurden, führten zu der Feststellung, daß das x-Präparat Müllers auf die Versuchstiere (Blattläuse) nicht auf innertherapeutischem Wege, sondern als Atemgift gewirkt hatte. Müllers Versuchsanstellung bedurfte daher vor allem einer Ergänzung in der Richtung, jede Wirkung frei verdunstenden Nikotins als Atemgift auszuschalten. Diesem Umstand wurde in der Folge weitgehend Rechnung getragen. Die Versuche wurden von mir ferner auch auf andere Stoffe, und zwar auf Sublimat, ein chlorthymolhaltiges Präparat, auf Fluorverbindungen, Bariumchlorid und Kali ausgedehnt. Sodann wurde, der Natur des Problems entsprechend, ganz besondere Aufmerksamkeit dem Verhalten der behandelten Pflanzen gegenüber den angewandten Stoffen geschenkt. Die einschlägige Literatur ist durch Müller in seiner Hauptschrift „Die innere Therapie der Pflanzen“ (1926) nahezu vollständig zusammengestellt worden. Darüber hinaus erforderliche Literaturangaben habe ich in üblicher Weise als Fußnoten gegeben.

II. Versuche mit saugenden Insekten.

Die ersten Versuche wurden, wie schon im Vorwort erwähnt, in Gegenwart von A. Müller und mit von ihm hergestellten Lösungen des „Präparat x“ durchgeführt. In dem von mir angesetzten Versuch wurden mehrere mit *Myzodes persicae* Sulz. besetzte getopfte Apfelbäumchen mit verschiedenen Mengen einer 1prozent. Lösung des „Präparat x“ begossen. Schon nach kurzer Zeit begannen die Blattläuse von Trieben und Blättern abzufallen und lagen in der Mehrzahl schwach lebend und zappelnd auf den um die Stämmchen herumgelegten Pappmanschetten. Der starke Geruch der begossenen Topfballen nach Nikotin sowie die Mitteilung Müllers, daß es sich bei dem „Präparat x“ um nichts anderes als um gereinigten 95—98prozent. Nikotin enthaltenden Tabakextrakt handele, gab die Erklärung für diese schnelle Wirkung. Die Läuse waren nicht durch das von den Pflanzen absorbierte Nikotin vergiftet und heruntergefallen, sondern durch das in die Luft übergegangene verdunstende Nikotin bestäubt worden. Die Richtigkeit dieser Erklärung zeigte deutlich ein vorher von Thiem angestellter gleichartiger Versuch mit reblausblattvergallten Reben, bei dem die Läuse auf den behandelten Reben, ebenso aber auf der unbehandelten Kontrollrebe und auf weiter entfernt stehenden

anderen unbehandelten Reben eingingen. Die unter 1 zusammengefaßten folgenden Versuche stellen zunächst einen Versuch dar, die Wirkung des gasförmigen Nikotins auf Blattläuse eindeutig festzulegen (V. 1), sodann diese Wirkung durch Abdichtung der Topfoberfläche mit Lehm (V. 2) zu unterbinden. Da diese Abdichtung sich als unzureichend erwies, wurde in den späteren Versuchen ein von Fall zu Fall verschiedenes Verfahren benutzt, das eine Gaswirkung der Nikotinlösungen sicher verhinderte und das bei den einzelnen Versuchen kurz geschildert ist.

1 a. Versuch mit *Myzodes persicae* Sulz. an getopften Apfelbäumchen. (V. 1.)

a) Versuchsanordnung:

3 etwa 15 cm hohe in Blumentöpfen gezogene Apfelbäumchen, die stark mit grünen Blattläusen (*Myzodes persicae* Sulz.) besetzt waren, wurden am 4. 4. 27 einzeln in etwa 30 cm hohe Präparatengläser gesetzt. In einer Ecke des Glases I stand ein Schälchen mit Wasser und in Glas II ein Schälchen mit der gleichen Menge Nikotinlösung (1 : 100). Die Töpfe und Bäumchen blieben unbehandelt. Das Bäumchen für Glas III wurde mit 25 ccm einer 1 prozent. Nikotinlösung begossen und dann der Topf bis an das Stämmchen heran mit Lehm dick umkleidet, um eine Gaswirkung des in die Erde eingesickerten Nikotins möglichst zu unterbinden. Alle drei Gläser wurden durch aufgeschliffene Glasdeckel, die mit Schmierseife abgedichtet waren, geschlossen. Die Bäumchen stammten aus dem Treibhaus und wurden bei Zimmertemperatur im Labor beobachtet. Die Oberfläche der Töpfe war mit breiten Pappmanschetten abgedeckt, um etwa herunterfallende Läuse besser sehen zu können.

b) Versuchsprotokolle:

5. 4. Gläser innen leicht beschlagen. Bäumchen in Glas I unverändert, desgleichen in Glas III, an dessen Wänden ein paar Altläuse umherlaufen. Dagegen liegen in Glas II auf der Pappmanschette sowie auf dem Boden etwa 35 tote und 15 teils auf dem Rücken liegende noch lebende Läuse. An der Pflanze sind außer etwa 10 jüngeren Läusen alle tot. Die noch lebenden saugen nur noch zum Teil, während ein Teil umherläuft.

6. 4. Bäumchen I und II unverändert. Bei III einige Läuse wandernd. An Bäumchen II nur noch ganz wenige schwach lebend, alle anderen tot. Auf der Manschette etwa 15 schwach lebende Läuse.

7. 4. Im ganzen wie am 6. 4. Bei Topf III beginnen immer mehr Läuse abzuwandern. Oben am Topf macht sich ein schwacher Nikotingeruch bemerkbar. Die Bäumchen selbst sind alle gänzlich unverändert.

8. 4. Bäumchen I ist unverändert. Bei II sind alle Läuse tot, teils liegen sie unten, teils hängen sie noch am Stamm. Von Bäumchen III sind alle Läuse außer ganz wenigen abgewandert.

9. 4. Die Bäumchen wurden aus den Gläsern entfernt. I und II kamen ins Gewächshaus zurück. Das Kontrollbäumchen I, an dem auch einige Läuse abzuwandern begannen, war völlig intakt, während II an den Spitzen der jüngsten Blätter zu welken begann. Topf III blieb mit Lehm umkleidet und wurde im Labor weiter beobachtet. Irgendwelche Schaderscheinungen waren nicht festzustellen.

10 4. III beginnt zu welken.

11. 4. III ist welk. Das Stamminnere riecht stark nach Nikotin, erscheint aber sonst unverändert.

c) Versuchsergebnis:

Nikotin in gasförmigem Zustand wirkte auf einen hohen Prozentsatz Blattläuse unter den geschilderten Versuchsbedingungen schon am 2. Tage tödlich, während erst am 5. Tage sämtliche Läuse tot waren. Das von der Versuchspflanze III absorbierte Nikotin zwang die Blattläuse vom 3. Tag an zum Abwandern, hatte aber keine Abtötung der Schädlinge zur Folge. Das Bäumchen II, das unter dem Einfluß des verdunsteten Nikotins stand, trug zwar schwache Verbrennungen der Spitzenblättchen davon, blieb aber sonst unbeschädigt, wohingegen das Bäumchen, das Nikotinlösung absorbierte, einging.

1 b. Versuche mit blutlausbefallenen getopften Apfelbäumchen. (V. 3.)

a) Versuchsanordnung:

12 blutlausbefallene Apfelbäumchen von durchschnittlich 15 cm Höhe aus dem Treibhaus, die in den letzten beiden Tagen vor Versuchsbeginn nicht begossen worden waren, wurden am 25. 5. 27 wie folgt behandelt. Töpfe I und II, deren Inhalt an Erde etwa 150 cm^3 betrug, wurden mit je 25 cm^3 einer Nikotinlösung 1 : 50 begossen, Topf III und IV von gleichem bezw. von 250 cm^3 Erdinhalt mit 25 cm^3 bezw. 40 cm^3 einer Nikotinlösung 1 : 100, Topf V und VI von 380 cm^3 Erdinhalt mit je 60 cm^3 einer Nikotinlösung 1 : 150, Topf VII und VIII ebenfalls von 380 cm^3 Inhalt mit je 60 cm^3 einer Nikotinlösung 1 : 200 und IX und X von 150 cm^3 Erdinhalt mit je 25 cm^3 einer Nikotinlösung 1 : 250. Topf K_1 und K_2 dienten als Kontrolle und wurden mit entsprechenden Mengen Wasser behandelt. Nachdem die Flüssigkeitsmengen gut eingesickert waren, wurden die Töpfe oben mit gut knetbarem Lehm völlig zugeschmiert, in der Absicht, eine Gaswirkung tunlichst zu vermeiden. Um die Stämme wurden, wie beim vorhergehenden Versuch, Pappmanschetten gelegt und die Töpfe selbst auf eine Pappunterlage gestellt, die mit Raupenleim umrandet war, um ein Entweichen der etwa abwandernden Blutläuse zu verhindern. Sämtliche Töpfe wurden im Labor beobachtet und dicht vor- bezw. nebeneinander gestellt, und zwar kamen die Kontrollbäume in die Mitte der behandelten Bäume zu stehen.

b) Versuchsprotokolle:

26. 5. Trotz guten Befeuchtens der Lehmdichtung ist die Schicht bei allen Töpfen mit Ausnahme des Topfes VI vom Topfrand abgesprungen, so daß an den folgenden Wirkungen auf die Läuse zum Teil auch Nikotin in gasförmigem Zustand beteiligt ist. Ein schwacher aber deutlicher Nikotingeruch ist auch an den Seiten der Töpfe zu bemerken. Dadurch ist es auch erklärlich, daß nicht nur unter allen mit Nikotinlösung behandelten Bäumchen, sondern auch unter K_1 und K_2 herabgefallene, noch mehr oder weniger Lebenszeichen gebende Läuse lagen. Allerdings sind bei der Kontrolle nur etwa $^1/_4$ der niedrigsten Zahl eines behandelten Bäumchens und noch dazu nur Jungläuse

herabgefallen, und bei den behandelten Töpfen ist ein großer Teil der unten liegenden Läuse tot. Am meisten Alt- und Jungläuse liegen unter III und IV. Dann kommt in weitem Abstand IX und X und die ziemlich gleich sich verhaltenden Paare V und VI und VII und VIII. Nur verhältnismäßig wenige Opfer haben I und II aufzuweisen. Die noch lebenden Läuse kriechen entweder mühsam umher oder liegen zappelnd auf dem Rücken.

27. 5. Die Zahl der unten liegenden Läuse hat sich mit Ausnahme von K_1 überall gleichmäßig vermehrt. Die Bäumchen beginnen zum Teil Welkerscheinungen zu zeigen. Die Kolonien von I sind noch nicht ganz leer, am Stamm sitzen einige Läuse lebend, aber ohne zu saugen. Bei II sind die Kolonien in der Nähe der jungen Triebe ganz leer, während die unteren Stammkolonien erst zum Teil leer sind. Auch hier sitzen mehrere nicht saugende Läuse am Stamm verteilt. Bei III sind auch die Stammkolonien im Auflösen begriffen. Am ganzen Bäumchen finden sich nur noch wenige saugende Läuse. Einige Blätter eines höher gelegenen Seitentriebes beginnen zu welken, während ein tiefer sitzender Trieb noch völlig frisch ist. Die oberen Kolonien von IV sind noch einigermaßen besiedelt, während die unteren bereits geleert sind. Zahlreiche Läuse sitzen am Stamm, ohne zu saugen. V hat noch zahlreiche Läuse in den Kolonien, und auch die Kolonien von VI sind noch nicht ganz aufgelöst, besonders am Stamm von VI saugen noch viele Läuse. Die Kolonien des obersten Triebes bei VII sind verlassen, am Stamm saugen aber noch zahlreiche Läuse, während bei VIII die Kolonien nur wenig gestört zu sein scheinen. IX weist neben geleerten Kolonien noch einige am Stamm saugende Läuse auf, dagegen sind bei X die oberen Kolonien auch leer, aber die unteren noch geschlossen, und am Stamm sitzen mehrere noch lebende nicht saugende Läuse. Außer den schon am 26. 5. herabgefallenen Läusen sind die Kolonien am Stamm und an den Trieben von K_1 intakt, von K_2 aber in Auflösung begriffen. K_2 stand in der Nähe von Töpfen mit höherer Nikotinkonzentration als K_1.

28. 5. Am Stamm der Bäumchen I und II sitzen nur noch sehr wenige Läuse. Die Blätter der oberen Triebe sind braun verfärbt und mehr oder minder welk, die der unteren sind wenig geschädigt. III und IV tragen keine saugenden Läuse mehr. Alle Blätter sind mehr oder minder trocken oder welk. Bei allen anderen Versuchsbäumchen findet man noch wenige scheinbar saugende Läuse. Ihre Blätter sind mit Ausnahme der unbeschädigten Blätter von V und VI alle mehr oder minder trocken oder verwelkt. Die Kontrollbäumchen sind gesund. Bei K_1 sind die Kolonien ungestört, während sie bei K_2 weitgehend geleert sind.

30. 5. Außer K_1, K_2, VI und VIII, deren Zustand ebenso ist wie am 28. und V, deren obere Blätter nur trocken sind, sind bei allen anderen Versuchsbäumchen die Blätter vertrocknet, teils unter fleckiger Braunfärbung. Alle Bäumchen werden von der Lehmschicht befreit und kommen ins Gewächshaus; die behandelten Bäumchen sind frei von Läusen.

17. 6. K_1, K_2 und VI haben noch die alten Blätter; II, V, VIII und X haben frisch ausgetrieben; VII hat einen frischen Trieb mit 10 Blättern. I, III, IV und IX stehen noch blätterlos da. Fast alle Bäumchen haben größere oder kleinere Infektionen.

11. 7. Nach 6 Wochen verhielten sich die Versuchsbäumchen wie folgt: K_1, K_2 und IV weisen noch ihre alten Blätter auf und haben starke Kolonien; I und IV haben noch nicht ausgetrieben, besitzen aber trotzdem kleine junge Kolonien; II und X haben frische Spitzentriebe und größere und kleine Kolonien; III hat nicht ausgetrieben, weist aber 2 größere Kolonien auf; V hat 2 kleine Triebe und geringere Kolonien. VII und VIII haben starke frische Triebe und große Kolonien. Bei IX zeigt sich ein frisches Blatt, der Stamm ist an 3 Stellen stark besiedelt.

Versuchsergebnis. Alle Versuchsbäumchen wurden in verschiedenem Maße geschädigt. Die Schädigung äußerte sich im Welken, Verfärben und schließlich im Abwerfen der Blätter. Nur ein behandeltes

Bäumchen blieb davon verschont. Obwohl die Durchtränkung mit Nikotin demnach erfolgt war, zeigten schon nach 3 Wochen fast alle Bäumchen Neuinfektionen. 7 Wochen nach Versuchsbeginn hatten auch die Bäumchen, die anscheinend am meisten gelitten hatten, frische Triebe und neue Blutlauskolonien. Die auf Kosten der befallenen Pflanzen erzielte Wirkung auf die Blutläuse, die vergiftet herabfielen oder nach kurzer oder längerer Zeit zum Abwandern gezwungen wurden, war also nur von sehr vorübergehender Dauer und stand in keinem Verhältnis zu der Schadwirkung. Wieweit hierbei das in die Pflanze eingedrungene Nikotin mitgewirkt hat, steht dahin, da wie schon erwähnt, die angewandte Lehmdichtung sich nicht bewährte. Daß das verdunstende Nikotin nicht ohne Wirkung war, geht daraus hervor, daß auch an einem Kontrollbäumchen, das neben einigen Bäumchen stand, die mit starken Nikotinkonzentrationen begossen waren, die Läuse abwanderten. Klare Zusammenhänge zwischen den angewandten Konzentrationen, der Abtötung und dem Abwandern der Läuse sowie dem Absterben der Blätter waren nicht abzuleiten. Das mag darauf zurückzuführen sein, daß zwar annähernd gleich große Bäumchen für den Versuch ausgewählt wurden, diese aber doch größere Unterschiede in der Belaubung aufwiesen, was auf die Absorption des Nikotins natürlich nicht ohne Einfluß war.

2. Versuch mit von Blattläusen (*Brachycaudus helichrysi* Kalt.) befallenen Pflaumenzweigen. (V. 3.)

a) Versuchsanordnung:

Vier mit *Brachycaudus helychrysi* Kalt. besetzte Pflaumenzweige wurden am 19. 5. 27 in der Art behandelt, daß Zweig I in ein Reagenzglas mit 10 ccm Nährlösung, Zweig II in ein gleiches Glas mit 10 ccm 1 prozent. Nikotinlösung, Zweig III in 5 ccm 1 prozent. Nikotinlösung + 5 ccm Nährlösung und Zweig IV in 5 ccm 1 prozent. Nikotinlösung + 5 ccm Leitungswasser gesetzt wurden. Die Gläser wurden dicht mit Plastilin abgedichtet.

b) Versuchsprotokolle:

20. 5. An allen Zweigen wandern annähernd gleichviel Läuse umher.

21. 5. An Zweig I saugt noch etwa die Hälfte der Läuse, während die andere Hälfte abgewandert ist. Von Zweig II sind alle Läuse bis auf ganz wenige Jungläuse abgewandert. An Zweig III und IV saugen noch mehrere Nymphen und Jungläuse, während alle anderen Läuse abgewandert sind. Die Zweige sind nicht sichtbar geschädigt, obwohl Zweig II 130, 7 %, Zweig III 124, 2 % und Zweig IV 127, 0 % ihres Gewichtes von der Flüssigkeit absorbiert hatten, in der sie standen. Die Kontrolle absorbierte in der gleichen Zeit 171, 3 % ihres Gewichtes an Nährlösung.

c) Versuchsergebnis:

Da bei diesem Versuch eine Wirkung von verdunstetem Nikotin als Atemgift nicht in Frage kommt, muß das Abwandern der Läuse an den Zweigen II—IV auf das absorbierte Nikotin zurückgeführt werden.

Möglicherweise wirkte es aber nur deshalb in der beschriebenen Weise, daß es, wie auch aus den angegebenen Zahlen hervorgeht, langsamer absorbiert wurde und Anlaß zu Turgorschwankungen in den Zweigen gab, auf die manche Läuse sehr empfindlich reagieren. Eine Schädigung der Zweige trat in der kurzen Beobachtungszeit nicht ein, wäre aber bei längerer Versuchsdauer aller Wahrscheinlichkeit nach bemerkbar geworden.

3. Versuch mit von Blattläusen *(Doralis* [*Aphis*] *pomi* Degeer*)* befallenen Apfelzweigen.

a) Unter Verwendung von Nikotin. (V. 4.)

a) Versuchsanordnung:

Mit *Doralis* (*Aphis*) *pomi* Degeer in starkem Maß besiedelte Apfelzweige wurden wie üblich behandelt und in Nährlösung gesetzt, nachdem Zweig I rund 33% seines Gewichtes, II 42%, III 50%, IV 60%, V 72%, VI 82% und VII 92% an 1prozent. Nikotinlösung absorbiert hatten. Zweig K blieb unbehandelt. Alle Zweige waren nach der Nikotinbehandlung wie bei allen vorhergehenden und nachfolgenden Versuchen gründlich abgespült und in frische Gläser gestellt worden, die oben sorgfältig mit Plastilin abgedichtet wurden.

b) Versuchsprotokolle:

6. 7. 27. Die Zweige wurden gegen 18 Uhr in die Nikotinlösung gesetzt.

7. 7. Um 9 Uhr hatten Zweig I, II und III, gegen 13 Uhr Zweig IV und V und gegen 16 Uhr Zweig VI und VII die oben angegebenen Mengen absorbiert. Der Zustand der einzelnen Zweige am Nachmittag war folgender: Der Kontrollzweig ist unverändert. I. Am Trieb und den oberen Blättern saugen noch zahlreiche Läuse. Ein kleiner Teil ist vom Trieb abgewandert und läuft auf dem Zweig umher. II. Vom Trieb sind fast alle Läuse abgewandert, aber unter den oberen Blättern saugen noch zahlreiche. III. Die Läuse sind zum großen Teil abgewandert bis auf einige unter den oberen Blättern und oben an der Triebspitze. IV. Nur wenige Läuse saugen, ein großer Teil liegt unter dem Zweig. V wie VI. VI. Der Trieb und die oberen Blätter sind noch einigermaßen besiedelt, viele Läuse laufen umher. VII wie VI. Blätter an allen Zweigen normal.

8. 7. K. Die Blätter sind frisch, an einigen beginnen die Ränder sich zu bräunen. Die Läuse saugen zum Teil, zum anderen laufen sie umher. Die saugenden Läuse sitzen hauptsächlich unter den Blättern nahe den Nerven, während der Trieb frei ist. Unter dem Zweig liegen mehrere lebende und tote Jungläuse. I. Die Blätter sind ebenfalls frisch, nur sind die Nerven der unteren Blätter ganz schwach gebräunt. Am Trieb und an den Blättern saugen mehrere Jung- und Altläuse. Einige tote Läuse hängen an den Blättern. Unter dem Zweig liegen zahlreiche Jung- und Altläuse, die in der Mehrzahl noch leben. II. Die Nerven der unteren Blatter sind schon gebräunt. Die Bräunung schreitet langsam ins Blattinnere vor. Nur an den Blättern sitzen noch wenige saugende Läuse, einige laufen umher. Die untenliegenden zahlreichen Jung- und Altläuse sind meist tot. III. Die Nerven der unteren Blätter sind gebräunt, die oberen Blätter beginnen zu welken. Am Zweig finden sich mehrere tote und lebende Läuse, die lebenden saugen jedoch nicht mehr. Unten liegen zahlreiche tote und noch lebende Jung- und Altläuse. Die noch lebenden liegen meist zappelnd auf dem Rücken. IV. Fast alle Blätter haben braune Nerven und sind etwas welk. An den Blättern sitzen neben toten auch noch einige saugende Jungläuse. Unten liegen zahlreiche, teils tote, teils schwachlebende Läuse. V. An sämtlichen Blättern sind die Blattnerven und zum Teil

auch das Blattgewebe gebräunt. Die Läuse verhalten sich wie bei III. VI. Die Nerven der obersten Blätter sind noch nicht gebräunt. Sonst wie V. VII. Sämtliche Blattnerven sind braun verfärbt. Das Blattgewebe vergilbt vom Rande her. Besonders an den Spitzenblättern sitzen zahlreiche tote und nicht mehr saugende lebende Läuse. Einige wenige scheinen noch zu saugen. Die unten liegenden Läuse verhalten sich wie bei III.

9. 7. K. Die Blätter beginnen vom Rand aus zu trocknen, sind aber bis auf die welkenden Spitzenblätter frisch. An den Blättern verhalten sich die Läuse wie am 8. 7. I. Die Blätter sind bis auf die Spitzen frisch, die sich braun verfärben. Am Zweig zahlreiche tote Läuse. II. Die oberen Blätter sind welk bis trocken und braun verfärbt, während die unteren Blätter weniger gebräunt und noch turgeszent sind. III. Die Blätter sind annähernd welk, das Blattgewebe größtenteils gebräunt. IV. Die Blätter sind fast trocken, sonst wie III. V, VI und VII. Die Blätter sind fast ganz gebräunt, aber noch teilweise turgeszent. An allen behandelten Zweigen ist eine Anzahl toter Läuse festzustellen. Die unten liegenden Jung- und Altläuse sind bis auf ganz wenige tot.

10. 7. Alle Zweige sind mehr oder minder verwelkt. Der Versuch wird abgebrochen.

c) Ergebnis:

Die Blätter an allen behandelten Zweigen welkten unter Braunfärbung der Nerven eher als die Blätter des Kontrollzweigs und des Zweig I. An allen Zweigen trat in geringerem oder höherem Maß Abwanderungen der Läuse ein. Die Tatsache, daß sich unter allen behandelten Zweigen tote und schwachlebende Läuse fanden, ist zum großen Teil auf die Wirkung des Nikotins zurückzuführen, zum kleinen Teil handelt es sich dabei um auf normale Weise eingegangene Läuse, denn auch unter der Kontrolle lagen wenige tote Tiere. Ebenso hängt das Abwandern zum Teil wie auch bei ähnlichen Versuchen wohl mit Turgoränderungen zusammen.

b) Unter Verwendung von Sublimat. (V. 5.)

a) Versuchsanordnung:

Je drei stark mit *Doralis* (*Aphis*) *pomi* Degeer besiedelte Apfelzweige wurden am 26. 6. 27 in Sublimatlösungen 1 : 1000 und 1 : 2000 gestellt. Die Zweige absorbierten in 24 Stunden:

a) Lösung 1 : 1000	b) Lösung 1 : 2000
1. 93,3% seines Gewichtes	1. 104,4% seines Gewichtes
2. 115,1% „ „	2. 113,8% „ „
3. 128,5% „ „	3. 134,8% „ „

Kontrollzweig K absorbierte in derselben Zeit 167,8% seines Gewichtes an Leitungswasser.

b) Versuchsprotokoll:

27. 6. An Zweig a 1 beginnen drei Blattspitzen sich zu bräunen und zu trocknen und die Läuse abzuwandern. Zweig 2 und 3 von Serie a zeigen keine Schäden, die Läuse sind festgesogen, mehrere schwimmen tot im Wasser, in das die Zweige nach der Sublimatabsorption gestellt wurden. Die Triebspitze des Zweiges bei b 1 ist fast frei von Läusen, von denen viele im Wasser liegen. An drei Blättern sind die Spitzen trocken und gebräunt. Bei b 2 ist die Triebspitze ebenfalls fast frei und ebenfalls sind

einige Blattspitzen, in diesem Fall fünf, trocken. Bei b 3 saugen noch nahezu alle Läuse, nur einige Blattspitzen sind beschädigt. Kontrolle normal.

28. 6. Unter Zweig a 1 liegen wenige tote Läuse. Die meisten sind vom Zweig abgewandert. Von den Blättern in der Mitte des Zweiges sind vier fast zur Hälfte trocken, eins ist ganz vertrocknet. a 2 und a 3 verhalten sich annähernd gleich. Blattschäden sind noch nicht zu beobachten. Die Läuse wandern zum Teil, zum größeren Teil saugen sie noch. Die Triebspitzen sind frei von Läusen. Der Stengel ist nur noch lückenhaft besetzt. Unter a 3 liegen ein wenig mehr tote Läuse als unter a 2. An b 1 sind die Spitzen zweier Triebendblätter ein wenig trocken. Die Triebspitze ist frei von Läusen, dagegen saugen sie noch zahlreich an den Blattunterseiten und am mittleren Stengel. Unten liegen einige tote Läuse. Die Triebspitze von b 2 ist frei von Läusen, einige saugen noch am Stengel und unter den Blättern. Sechs Blätter sind zur Hälfte fast trocken. b 3 verhält sich wie a 1. Fünf Blattspitzen sind trocken. An den Blattunterseiten saugen noch mehr Läuse als bei a 1. Der Kontrollzweig ist unversehrt, doch sind auch hier die Läuse von der Triebspitze zum Teil zur Stengelmitte abgewandert. Die Triebspitzenblätter sämtlicher behandelter Zweige sind gelb und beginnen zu welken.

29. 6. An Zweig a 1 sind fast alle Blätter an Spitze und Rand trocken. An den Blattunterseiten saugen nur noch wenige Läuse, einige dagegen mehr am Stiel des mittelsten Blattes, das noch gesund ist. Bei a 2 und a 3 sind die Triebspitzen trocken und die untersten Blätter verfärbt. Einige wenige Läuse saugen noch, andere laufen umher. a 3 hat noch etwas mehr Läuse aufzuweisen als a 2. Bei b 2 und b 3 sind alle Blätter mehr oder minder beschädigt, verfärbt und trocken. Die Triebspitzen sind trocken. Einige Läuse saugen, andere wandern. Zweig b 1 und der Kontrollzweig sind auch in der Triebspitze trocken, doch sind die Blätter und Stengel noch schwach besiedelt.

c) Versuchsergebnis:

Abwandern der Läuse fand an allen Zweigen statt, und zwar begann es zuerst an den Zweigen der beiden Serien, die die geringste Menge der betreffenden Lösungen absorbiert hatten. An diesen zeigten sich auch zuerst Schadwirkungen, die aber später an den anderen Zweigen gemäß der stärkeren Absorption stärker auftraten. Nahezu wie die Kontrolle verhielt sich Zweig b 1, der eine seinem Gewicht annähernd gleiche Menge der 1:2000 Sublimatlösung aufgenommen hatte. Wie weit am Abwandern der Läuse in diesem Fall das aufgenommene Sublimat als Gift oder Störer des Turgors beteiligt ist, steht dahin. Daß die Welkerscheinungen an sich eine große Rolle dabei spielen, zeigt das Verhalten der Läuse am Kontrollzweig. Die am Boden liegenden toten Läuse sind zum Teil sicher normal eingegangene Tiere, wie schon früher erwähnt.

c) Unter Verwendung einer chlorthymolhaltigen Lösung. (V 6.)

a) Versuchsanordnung:

Das von einer Münchener Firma in körniger Pulverform hergestellte Mittel B, das als wirksamen Bestandteil Chlorthymol enthält, soll wie Dünger in den Boden unterhalb der zu behandelnden Pflanzen eingehackt werden. Es soll nach Aufnahme durch die Pflanzen diese von Schädlingen befreien, also innertherapeutisch wirken. Von der 0,1prozent. Lösung dieses Mittels absorbierten mit *Doralis (Aphis) pomi* Degeer besetzte Apfelzweige am 5. 7. 27 folgende Hundertteile ihres Gewichtes: I. 106,3 %,

II. 135,6%, III. 149,7%, IV. 180,6% und V. 199,3%. Der Kontrollzweig absorbierte in der gleichen Zeit 94,1% seines Gewichtes an Nährlösung.

a) Versuchsprotokolle:

6. 7. Von Zweig I sind keine Läuse abgewandert, einige wenige sitzen tot an den Blattunterseiten. Zweig sonst normal, wie die Kontrolle. Bei II sind die Läuse von der Triebspitze, die anfängt sich braun zu verfärben, nach der Stengelmitte abgewandert. Einige Läuse sind tot. III verhält sich wie II, aber hier werden an 2 kleinen Blättern nur die Ränder braun. IV wie II, hier zwei kleine Blätter fleckig verfärbt. V ist ziemlich genau so geschädigt wie II. Die Läuse sind zum großen Teil abgewandert, wenige von ihnen sind tot.

7. 7. Zweig I verhält sich wie am 6. 7. völlig übereinstimmend mit der Kontrolle. Zweig II: Ein großer Teil der Läuse ist abgewandert, doch saugen an den Blattunterseiten noch zahlreiche Läuse, zwischen denen sich eine Anzahl toter Läuse finden. Die Spitzenblätter sind einheitlich braun. Zweig III und IV verhalten sich annähernd gleich, mehrere Läuse saugen noch am mittleren Stengelteil und den unteren Blättern, an denen ebenso wie am oberen Stengelteil mehr tote Läuse sitzen als bei II. Zahlreiche Läuse sind abgewandert. Die Spitzenblätter haben sich braungelb verfärbt unter Fleckenbildung im Blattgewebe. An Zweig V saugen nur noch an den unteren Blättern wenige Läuse. Alle andern sind abgewandert oder tot. Die toten Läuse finden sich, wie bei III und IV hauptsächlich an den oberen Blättern und dem oberen Stengelteil. Bis auf die untersten Blätter ist der Zweig nahezu trocken, die Blätter sind braungelb fleckenhaft verfärbt. Der Versuch wurde abgebrochen.

c) Versuchsergebnis:

Eine aufgenommene Menge einer 0,1prozent. Lösung des Mittels B, die den Zweig nicht schädigt, störte auch die am Zweig saugenden Läuse nicht. In größeren Mengen (von 13,5% aufwärts) wirkte das Mittel schädigend auf die Versuchspflanzen und zwang die Läuse zum Abwandern. Ein kleiner Teil der Läuse wurde getötet.

4. Versuch mit von Blattläusen (*Anuraphis farfarae* Koch) befallenen Birnzweigen. (V 7.)

Die Versuchszweige absorbierten ungefähr im Ablauf eines Tages 100% ihres Gewichts (bezw. 137% bei Zweig 2) einer Nikotinlösung 1 : 500 (Zweig 1 und 2) bezw. 1 : 1000 (Zweig 3 und 4). Darauf kamen die Zweige wie der Kontrollzweig am 18. 9. 28. in Leitungswasser.

Versuchsprotokolle:

20. 9. 28. Am 2. Tag nach Versuchsanfang beginnt bei 1 mehr als die Hälfte der Blätter vom Rand her zu vergilben. Die Blattnerven sind zum größten Teil mehr oder minder gebräunt. Bei Zweig 2 zeigen sich dieselben Erscheinungen in weit geringerem Maß. An 3 und 4 sind noch keine augenfälligen Schäden zu sehen. Die Kontrolle ist frisch.

21. 9. Bei 1, bei dem sich die gestrigen Schäden verstärkt haben, und bei 2 beginnen die Blätter zu trocknen. Einige Läuse (*Anuraphis farfarae*), die an den Zweigen sitzen, saugen noch. Bei 3 und 4 beginnen auch einige Blätter zu vergilben und zu trocknen, aber die Spitzenblätter sind noch frisch. Auch hier saugen auf den Blättern noch einige Läuse. Der Kontrollzweig ist frisch.

23. 9. Die Blätter an Zweig 1 sind sämtlich trocken. Bei allen Blattern sind die Nerven und das Blattgewebe in der unteren Hälfte gebräunt. Einige Blätter sind ganz braun. 2 zeigt die gleichen Schäden in verstärktem Maß. Die Läuse sind bis auf einige abgewandert. Bei 3 und 4 sind auch alle Blätter trocken, doch ist hier die Bräunung der Nerven und Blatthälften nicht so stark wie bei 1. Einige Blätter sind nicht oder kaum gebräunt. Mehrere Läuse saugen noch, sogar an den gebräunten Blättern. Beim Kontrollzweig beginnen 2 Blätter in der Zweigmitte zu trocknen. Sonst ist der Zweig völlig frisch.

24. 9. Der Kontrollzweig beginnt zu trocknen. Der Versuch wird abgebrochen.

Versuchsergebnis:

Der Versuch sollte die Wirkung zweier verschiedener Nikotinkonzentrationen auf Birnzweige dartun. Bei der Gelegenheit wurden einige Läuse *(Anuraphis farfarae* Koch) mitbeobachtet. Sie begannen erst am 5. Versuchstag abzuwandern. Tote Läuse wurden nicht beobachtet. Alle Versuchszweige wurden stark geschädigt. Die Zweige, die in der starken Lösung standen, begannen am 2. Tag Schäden zu zeigen und waren am 5. Tag völlig trocken, während die Zweige in der schwächeren Lösung erst am 3. Tag auffällig zu leiden anfingen, aber auch am 5. Tag dürr waren. Beide angewandten Konzentrationen erwiesen sich also stark schädigend auf die Pflanze, während die Läuse erst verhältnismäßig spät zur Abwanderung gezwungen wurden.

5. Versuch mit blutlausbefallenen Apfelzweigen. (V. 8.)

a) Versuchsanordnung:

Blutlausbefallene Apfelzweige wurden nach Absorption von steigenden Gewichtsanteilen 1prozent. Nikotinlösung in Nährlösung gestellt und im Labor beobachtet. Zweig I hatte 20% seines Gewichtes an Nikotinlösung absorbiert, Zweig II 31%, III 41%, IV 52%, V 67% und VI 72%. Die Giftaufnahme dauerte vom Nachmittag des 8. 9. bis zum Vormittag des 9. 9. 27.

b) Versuchsprotokolle:

9. 9. nachm. Am Kontrollzweig wandern mehrere Jung- und Altläuse umher. Die Kolonien und Blätter sind unverändert. I verhält sich ähnlich. Unter den anderen Zweigen liegen mehr oder minder zahlreiche herabgefallene Läuse. Die unten liegenden Läuse sind meist tot, teils leben sie nur noch schwach. Nur sehr wenige sind einer Fortbewegung fähig. Die Kolonien beginnen sich zu lockern. Bei II sind die Blätter noch gesund, bei III u. IV fangen die Blätter an zu trocknen und die Blattnerven sich braun zu färben. Bei V u. VI ist der Prozeß schon weiter fortgeschritten.

10. 9. Bei K, I u. II fangen die Blätter an zu trocknen. Die Kolonien an den genannten Zweigen sind unverändert. Die Blattnerven bei I und II sind schwach gebräunt. Bei allen anderen Zweigen sind die Blätter fast trocken und die Blattnerven intensiv gebräunt. Ihre Blutlauskolonien sind annähernd leer bis auf die von Zweig III, dessen Kolonien noch zahlreiche Läuse beherbergen.

11. 9. Die Blätter aller Zweige sind vertrocknet. Der Zustand der Kolonien blieb unverändert.

13. 9. Die Kolonien an Zweig II, V u. VI sind völlig geleert, nur einige tote Läuse hängen noch an den Trieben. An Zweig III und IV sitzen immer noch saugende

Läuse in den Kolonien, während die Kolonien am Kontrollzweig und bei I kaum gestört erscheinen.

14. 9. An Zweig III und IV finden sich nur noch ganz wenige saugende Läuse. Zweig K und I sind unverändert.

c) Versuchsergebnis:

Der Welkprozeß der Blätter nahm bei den Versuchszweigen, die 41—72 Gewichtsprozente an 1 prozent. Nikotinlösung absorbiert hatten, einen etwas schnelleren Verlauf als bei den Zweigen mit 20—31 % absorbierter Lösung und dem Kontrollzweig. Das Abfallen und Abwandern der Blutläuse erfolgte mit Ausnahme von Zweig II in Abhängigkeit von den absorbierten Mengen der Lösung. Die herabgefallenen Blutläuse waren tot oder schwer vergiftet. Bei einer absorbierten Nikotinlösungsmenge, die 20 % des Zweiggewichts entspricht, trat eine Beeinträchtigung der Blutläuse nicht mehr ein.

6. Versuch mit von *Doralis* (*Aphis*) *fabae* Scop. befallenen Stengeln von Vicia faba. (V. 9.)

a) Versuchsanordnung:

Ein stark von *Doralis* (*Aphis*) *fabae* Scop. befallener etwa 20 cm hoher Stengel von Vicia faba wurde in ein oben mit Plastilin abgedichtetes Reagenzglas mit 10 ccm einer 1 prozent. Nikotinlösung gestellt. Ein ebenso behandelter etwas kleinerer Stengel diente in Nährlösung als Kontrolle.

b) Versuchsprotokoll:

27. 4. 27. Der in Nikotinlösung stehende Stengel hat 7,68 ccm der Lösung absorbiert und hängt schlaff herunter. Er ist bis in etwa 15 cm Höhe braun verfärbt und weich. Das untere Blatt ist welk, seine Nerven sind braun gefärbt. Beim zweiten Blatt sind nur die Hauptadern gebräunt, während die oberen Blätter frisch und unbeschädigt sind. Am Stengel sitzen noch etwa 15 nicht mehr saugende Läuse und in den Blattachseln etwa 40 tote Alt- und Jungläuse. Etwa 200 sich nur unbeholfen fortbewegende oder einer Fortbewegung nicht mehr fähige Läuse liegen unter dem Stengel. Der Kontrollstengel und die an ihm sitzenden Läuse sind unverändert.

28. 4. 27. Von den unter dem behandelten Stengel liegenden Läusen sind etwa 75 %, am 29. 4. etwa 90 % und am 30. 4. 100 % tot.

Versuchsergebnis:

Die Versuchspflanze wurde durch die Absorption der 1 prozent. Nikotinlösung sehr schwer geschädigt. Die an ihr saugenden Blattläuse gingen zum Teil ein, zum Teil fielen sie tot oder schwer vergiftet ab. Die letzteren waren am 4. Tag nach Versuchsbeginn sämtlich tot.

7. Versuche über den Einfluß verschiedener Mittel in Nährlösung auf Wachstum und Blattlausanfälligkeit von Bohnenpflänzchen.

a) Unter Verwendung von Nikotin. (V. 10.)

Der Versuch wurde angesetzt, um die Einwirkung eines Nikotinzusatzes zur Nährlösung auf darin wachsende Pflanzen zu zeigen. Als

Versuchspflanzen wurden junge Pflänzchen von Vicia faba gewählt, weil diese leicht und schnell heranzuziehen sind.

a) Versuchsanordnung:

Die Bohnen wurden zunächst in einer Mischung von feuchtem Torfmull und Sägemehl vorgetrieben, nach der Ausbildung von Wurzeln in Humus gesetzt und dann in Flaschen mit Nährlösung überführt, der in steigender Menge 1 prozent. Nikotinlösung beigefügt war. Die Pflanzen steckten in einem durchbohrten Kork, dessen Loch mit Watte abgedichtet war, so daß sie gut festgehalten wurden. Die Samen tauchten etwa zur Hälfte in die Flüssigkeit. In jeder Konzentration und in reiner Nährlösung als Kontrolle wurden am 18. 5. je 2 Pflanzen angesetzt, deren Größe und Stärke bei den einzelnen Pflanzenpaaren ungefähr übereinstimmte. In je 2 Flaschen, die 150 ccm Nährlösung nach Benecke enthielten, wurden 5, 10, 15, 20, 25 und 30% der Flüssigkeitsmenge durch die gleichen Mengen 1 prozent. Nikotinlösung ersetzt. Das entspricht in der obigen Reihenfolge einer Verdünnung von etwa 1:2000, 1:1000, 1:670, 1:500, 1:400 und 1:335. Die Pflanzen wurden bei Versuchsbeginn gemessen und gewogen, dgl. 5 Tage bezw. 12 Tage darauf. Die Gewichts- und Größenzunahme in diesen Zeiträumen sowie während der ganzen Versuchsdauer geht aus Tabelle I hervor. Sofort nach der Zugabe des Nikotinanteils zu der Nährlösung fiel aus der Lösung ein weißflockiger Niederschlag aus, der nach dem Absitzen eine Höhe von etwa 0,5—1 cm hatte. Die Höhe des Niederschlages stand nicht in Beziehung zur Stärke der Nikotinkonzentration.

b) Versuchsprotokoll:

19. 5. 28. Alle Pflanzen sind kräftig. In den Flaschen mit Nikotinzusatz tritt eine mit der Konzentration wachsende bräunliche Trübung auf. Die Wurzeln der Pflanzen in den stärkeren Konzentrationen beginnen sich schwärzlich zu verfärben.

20. 5. Alle Pflanzen sind gesund. Die bräunlich-schwarze Trübung nimmt zu.

21. 5. Die Kontrollpflanzen und die Pflanzen bei 5% sind unverändert. Von 10% aufsteigend und nach oben zunehmend beginnt an den Blattspitzen der unteren Blätter, die Welkerscheinungen zeigen, eine leichte Dunkelfärbung der Blattränder. Bei 30% beginnen die Pflanzen infolge zu großer Nikotinspeicherung in den Geweben abzusterben. $30\%^2$, deren Stengel ein Stück über dem Wurzelhals bräunlich-schwarz verfärbt ist, ist über dem Kork umgeknickt und hängt schlaff herunter.

22. 5. Die Kontrollpflanzen und die Pflanzen bei 5% Nikotinzusatz sind unverändert. Die unteren Blätter bei 10% beginnen zu welken, während die oberen Blätter frisch sind. Bei 15% sind nur noch die Spitzenblätter gesund, dagegen sind die unteren Blätter bereits verwelkt und bei den oberen zeigt sich ein Anfang des Welkprozesses. Die Pflanzen bei 20% und 25% verhalten sich ähnlich wie die bei 15%, nur scheinen die Welkerscheinungen bei 20% ein wenig geringer zu sein. Pflanze $30\%^2$ ist nunmehr völlig verwelkt, der Stengel ist weich und riecht stark nach Nikotin. Die Nebenwurzeln lösen sich leicht von der Hauptwurzel. Bei $30\%^1$, deren Blätter einen Zustand ähnlich der Blätter bei 15% aufweisen, fängt der Stengel oberhalb des Wurzelhalses auch an, sich dunkel zu färben.

23.—24. 5. Der Zustand hat sich nur unwesentlich geändert.

25. 5. Die Kontrollpflanzen und die Pflanzen bei 5% und 10% wachsen gut und sehen gut aus, abgesehen von einigen schwarzen Blattspitzen bei den letztgenannten. Der Welkprozeß der übrigen Pflanzen nimmt seinen Fortgang. Nur ihre obersten Blätter sind noch grün und frisch, die unteren sind fast alle mehr oder minder vertrocknet. Die Pflanze bei 30%[1] ist bis auf die obersten Blattspitzen verwelkt. Der Stengel ist weitgehend schwärzlich verfärbt.

26.—28. 5. Wenige Änderungen im Zustand der Pflanzen, nur die Pflanze bei 30%[1] ist ganz verwelkt.

1. 6. Kontrollpflanzen unverändert. Die Blätter der Pflanzen bei 5% sind stark gerollt. Bei 10% sind die unteren Blätter verwelkt und auch die oberen welken fortschreitend.

3. 6. Die Pflanzen bei 15%, 20% und 25% sind verwelkt, ihre Wurzeln sind faulig und die Stengel am Wurzelhals schwarz bis dunkelbraun verfärbt.

Abb. 1.

8. 6. Mittlerweile sind auch die Pflanzen bei 5%[1] und 10% unter den üblichen Nebenerscheinungen verwelkt. Diese Pflanzen sowie die Kontrollpflanzen wurden, solange sich erstere noch in durchaus frischem, turgeszentem Zustand befanden, mit *Doralis* (*Aphis*) *fabae* Scop. infiziert. Die Infektion glückte nur bei den Kontrollen. Gaswirkung kann bei den mißglückten Infektionsversuchen der behandelten Pflanzen wohl nicht die Ursache des Fehlschlages sein, da die Kontrollpflanzen unmittelbar neben den behandelten Pflanzen standen und außerdem eine am 10. 6. vorgenommene Infektion der übrig gebliebenen Pflanzen von 5% glückte. An den Kontrollexemplaren, die durch zu straffes Anbinden an die Stützstäbe schon am 12. 6. welkten, fanden sich bis zu diesem Tage und an der letzten Pflanze bei 5% bis zur Beendigung des Versuches am 16. 6. saugende Läuse.

c) Versuchsergebnis:

Wie zu erwarten war, bewirkten die Nikotinzusätze in den verschiedenen Stärken Wachstumshemmungen und Schädigungen bei den benutzten Pflanzen (Abb. 1). Das Fortschreiten der Schädigungen stand

hier im ganzen in direkter Beziehung zur Höhe der gewählten Nikotinkonzentrationen, wenn auch nicht die Partner aller Pflanzenpaare sich gleich verhielten. So welkten 30 %[2] vier Tage vor 30 %[1] und 5 %[2] sieben Tage vor ihren Partnern. Das hat individuelle Verschiedenheiten der Pflanzen zur Ursache, die auch ihren Ausdruck in der Gewichts- und Größenzunahme der einzelnen Partner finden. Bezüglich der Gewichtszunahme stimmen nur die Partner eines Paares annähernd überein, während bei der Größenzunahme die Partner aller Paare sich stark unterscheiden. Berechnen wir dagegen die Durchschnittszahlen der einzelnen Gruppen, so ergeben sich Werte für die Gewichtszunahme, die von den Kontrollen angefangen nach den höheren Konzentrationen hin abnehmen. Die Größenzunahme ergibt auch hier keine so klaren Verhältnisse. Wir beschränken uns daher im weiteren nur auf die Gewichtsverhältnisse, die das Wachstum der Pflanzen einwandfrei dartun (Tab. 1). Vergleichen wir die Durchschnittswerte nach der ersten Gewichts-

Tabelle 1.

Nikotinkonzentration %	Gewichtszunahme in Prozenten			Größenzunahme in Prozenten		
	nach 5 Tagen	nach 12 Tagen	zusammen	nach 5 Tagen	nach 12 Tagen	zusammen
0	82,6	17,3	99,9	101,7	70,4	172,1
5	69,5	13,35	82,9	90,3	39,2	129,5
10	69,4	20,95	90,4	96,2	43,3	139,5
15	50,75	19,42	70,2	54,3	13,8	68,1
20	52,7	7,7	60,4	61,2	11,2	72,4
25	41,8	15,2	57,0	40,6	24,1	64,7
30	26,6	—	26,6	21,4	—	21,4

feststellung, so finden wir bei 5 und 10 % fast übereinstimmende Gewichtszunahmen und bei 20 % sogar eine etwas größere Zunahme als bei 15 %, im ganzen aber eine Wachstumsverzögerung mit zunehmenden Nikotinkonzentrationen. In der 2. Beobachtungsperiode nimmt das Gewicht bei 10, 15 und 25 % unverhältnismäßig zu (Tab. 1), während die Kontrollen, 5 % und 20 %, in geringerem Maße wuchsen. Faßt man die Ergebnisse beider Feststellungen als Ausdruck des Wachstums während des ganzen Versuches zusammen, so haben wir die schon oben angeführte Tatsache, daß das Wachstum bei allen behandelten Pflanzen hinter den Kontrollen um so stärker zurückbleibt, je höher der Nikotinzusatz zur Nährlösung ist. Das gilt allerdings mit einer Ausnahme. Die Pflanzen bei 10 % Nikotinzusatz wuchsen besser als die bei 5 % Zusatz, oder, in Verdünnungsgraden ausgedrückt, wurde das Wachstum bei 1 : 1000 gesteigert gegenüber der Verdünnung 1 : 2000. Dasselbe Verhalten kommt bei der Größenzunahme zum Ausdruck, die bei 1 : 1000 139,5 % der Anfangsgröße und bei 1 : 2000 nur 129,5 % ausmacht. Der Welkprozeß erscheint

durch das stärkere Wachstum nicht behindert, da die Pflanze 5 %[2] beide Pflanzen bei 10 % um 7 Tage überdauerte. Bemerkenswert ist vor allem die schon in dem Protokoll erwähnte Tatsache, daß vorgenommene Infektionen an den gesunden Pflanzen bei 5 % und 10 % mißglückten, dagegen eine nach einigen Tagen wiederholte Infektion bei der zweiten 5 % Pflanze und bei den Kontrollen glückte und die Läuse sich bis zum Welken der Pflanzen daran hielten.

Ein Hauptergebnis dieses Versuches ist es, daß die geringe Nikotinkonzentration der Nährlösung, die gerade noch ein unbehindertes Gedeihen der Bohnenpflanzen gestattete (Konzentration 1 : 2000), zugleich auch die schwarze Bohnenlaus nicht in der Entwicklung hinderte.

b) Unter Verwendung von Sublimat. (V. 11.)

a) Versuchsanordnung:

Nachdem sich in voraufgegangenen Versuchen höhere Konzentrationen als zu schädigend erwiesen hatten, wurden je 2 *Vicia faba*-Pflanzen am 29. 6. 28 in 150 ccm Nährlösung gesetzt, der 0,05 % (3 u. 4), 0,1 % (5 u. 6), 0,15 % (7 u. 8), 0,2 % (9 u. 10) und 0,25 % (11 u. 12) Sublimat zugesetzt war, so daß sich eine Reihe folgender Sublimatverdünnungen ergab: 1 : 2000, 1 : 1000, 1 : 667, 1 : 500 und 1 : 400. Kontrollpflanzen (1 u. 2) standen in unvergifteter Nährlösung.

b) Versuchsprotokolle:

30. 6. Bei allen behandelten Pflanzen tritt eine lila-schwärzliche Verfärbung des Wurzelhalses auf.

3. 7. 11 und 12 beginnen zu welken. Die obersten Blätter sind geschwärzt.

5. 7. 8 und 9 sowie 6 und 7 beginnen zu welken. Sämtliche Pflanzen werden mit Aphis fabae infiziert.

7. 7. 3 und 4 sowie 5 und 6 sind frisch, nur sind die Blattspitzen bei 6 schwarz. 7 und 8, 9 und 10 sind sehr welk, 11 und 12 sind vertrocknet. Die Spitzenblätter sind trocken und schwarz, die Pflanzen sind bis auf 7 und 8 umgeknickt. Die Pflanzen 3—6 sind wie die Kontrollen mit Läusen besiedelt, am stärksten die behandelte Pflanze 3.

9. 7. 3 und 6 hängen welk herunter, auf den Nährlösungen sind dicke Schimmelrasen.

11. 7. 5 welkt, ist aber noch besiedelt.

14. 7. 5 welkt, Kontrollen sehr stark befallen. Auch Pflanze 4 ist befallen, aber nicht ganz so stark wie die Kontrollen.

15. 7. 2 welk, die anderen Pflanzen intakt.

26. 7. 4 welk (begann am 21. 7. zu welken).

1. 8. 1 welk.

c) Versuchsergebnis:

Der Versuch zeigt, ähnlich wie der frühere Bohnen-Versuch (V. 10) mit Nikotinlösungen bei wachsenden Sublimatkonzentrationen, wachsende Schädigungen der Pflanzen. Auch hier verhielten sich die Partner der einzelnen Versuchsgruppen nicht immer gleich. So welkte 3 vor 4, 6 vor 5 und 2 vor 1. Die Gewichtszunahme der Versuchspflanzen nach 7 Tagen erweist eine deutliche Abhängigkeit des Substanzgewinns von

den Sublimatkonzentrationen. Dasselbe gilt, allerdings mit einer Ausnahme, für die Größenzunahme (Tab. 2). Wichtig ist, daß die Versuchspflanzen 2—6 fast ebenso besiedelt waren wie die Kontrollen und es auch bis zum völligen Welken blieben. Die Konzentration, die von der Bohnenpflanze noch eben vertragen wird, ohne empfindlich zu schaden scheint auch hier 1:2000 zu sein. Dieselbe Konzentration läßt aber auch eine fast normale Besiedlung der Pflanzen mit schwarzen Bohnenläusen zu.

Tabelle 2.

Nr.	Sublimat-konzentrationen %	Prozentuale Zunahme in 7 Tagen	
		an Gewicht	Größe
1 und 2	0	51,45	97,70
3 „ 4	0,05	44,25	80,05
5 „ 6	0,1	35,90	73,25
7 „ 8	0,15	35,75	21,80
9 „ 10	0,2	30,70	43,10
11 „ 12	0,25	18,25	8,67

e) Unter Verwendung von Fluornatrium, Kieselfluornatrium und Bariumchlorid. (V. 12.)

a) Versuchsanordnung:

Bohnenpflanzen (Vicia faba) wurden im Laboratorium in Schalen mit feuchtem Torfmull vorgetrieben und nach Erreichung einer bestimmten Größe, in diesem Fall von durchschnittlich 6 cm Höhe, zu je dreien in flachen, mit Nährlösung nach Benecke gefüllten Zuchtschalen weiter kultiviert. Die Pflänzchen wurden wie in der Versuchsreihe 9 in Bohrlöchern der die Zuchtschalen bedeckenden Korkscheiben mit Watte befestigt. Die Nährlösung in den einzelnen Schalen enthielt jeweilig einen Zusatz von Fluornatrium in den Konzentrationen 1:1000 (1), 1:2500 (2) und 1:5000 (3), weiter einen Zusatz von Kieselfluornatrium (4, 5 u. 6), sowie von Bariumchlorid (7, 8 u. 9) in der gleichen Konzentration. 3 Pflanzen blieben in reiner Nährlösung (10) zur Kontrolle.

b) Versuchsprotokolle:

20. 8. 29. Beginn des Versuchs.

22. 8. In Schale 1 beginnen sich die Pflanzen zu verfärben. Die Blattspitzen sind meist welk und schwarz. In Schale 4 ist eine Pflanze welk, die anderen beiden Pflanzen beginnen zu welken. Ihre Wurzelhälse sind fleckig verfärbt. Die Pflanzen der Schale 5 verhalten sich wie 4. Die Verfärbung des Wurzelhalses ist jedoch nur deutlich bei der welken Pflanze, während sie bei den anderen erst beginnt. In Schale 6 sind alle Pflanzen noch straff und zeigen nur leichte Stiel- und Wurzelhalsverfärbungen. Die Spitzen der oberen Blättchen einer Pflanze sind schwarz und welk. Alle anderen Pflanzen sind gesund.

23. 8. Die Pflanzen in Schale 1 sind alle welk. Wurzelhals und Blätter sind schwärzlich, die Stengel schwärzlich und violett gefärbt. In Schale 2 zeigen 2 Pflanzen zum Teil schwärzlich verfärbte, welkende Blattspitzen, während die andere Pflanze normal ist.

Die Pflanzen in Schale 3 verhalten sich wie die Kontrollen. In Schale 4 und 5 sind die Pflanzen wie in Schale 1. In Schale 6 sind die Schaderscheinungen an Stengeln und Blättern wie bei 1, die Pflanzen sind jedoch noch turgeszent.

24. 8. In Schale 2 weisen 2 Pflanzen welke, schwarze Blätter auf, während die Stengel noch grün sind. In den Schalen 7—9 stehen die Pflanzen fast besser als die Kontrollpflanzen. Alle anderen Pflanzen sind unverändert.

25. 8. In Schale 2 sind bei 2 Pflanzen die oberen Blätter vertrocknet, die Stengel sind aber noch gesund. In Schale 6 sind alle Pflanzen schwärzlich verfärbt, die Blätter vertrocknet.

26. 8. In Schale 6 treiben aus den Bohnensamen neue Schosse.

27. 8. In Schale 2 sind die beiden Pflanzen mit vertrockneten Blättern immer noch turgeszent. Sie treiben neue Schosse. Die 3. Pflanze ist weiter normal, nur sind an ihr einige Blattränder und -spitzen schwarz. In Schale 3, 7, 8 u. 9 und der Kontrollschale verhalten sich alle Pflanzen wie die gesunde Pflanze in 2. Die Pflanzen in den Schalen 2, 3, 7, 8, 9 und in der Kontrollschale werden mit schwarzen Blattläusen von Chenopodium besetzt.

28. 8. An allen infizierten Pflanzen saugen Läuse. Der Zustand der Pflanzen ist unverändert.

29. 8. In Schale 2 ist eine Pflanze welk.

31. 8. Es wurden sämtliche vorhandenen Pflanzen mit Läusen infiziert.

3. 9. Alle in Schale 6 neu getriebenen Schosse sind schwarz und welk. In Schale 2 ist der neue Schoß einer Pflanze welk. An einer anderen Pflanze sind die Blätter zwar ziemlich welk, der Stengel aber noch turgeszent. In den Blattscheiden saugen Läuse. An den Pflanzen in Schale 3, 7, 8, 9 saugen zahlreiche Läuse genau wie an den Kontrollpflanzen. Der Versuch wurde abgebrochen.

c) Ergebnis:

Die Zusätze von Fluornatrium in der Konzentration 1:1000 und von Kieselfluornatrium in den Konzentrationen 1:5000, 1:2500 und 1:1000 hatten nach einigen Tagen Einwirkung den Tod sämtlicher in den so behandelten Nährlösungen wachsenden Pflanzen zur Folge. Die aus den Bohnensamen neu treibenden Schosse erlitten das gleiche Schicksal. Auch Fluornatrium in der Konzentration 1:2500 wurde nur von einer Pflanze einigermaßen vertragen. Die Zusätze von Fluornatrium in der Konzentration 1:5000 und von Bariumchlorid 1:5000, 1:2500 und 1:1000 wurden von den Pflanzen gut vertragen. Zum Teil zeigten die Pflanzen, die in den so veränderten Nährlösungen wuchsen, sogar ein gesteigertes Wachstum gegenüber den Kontrollpflanzen (siehe Tab. 3).

Nach der Tabelle wirkte ein Zusatz von Fluornatrium 1:5000 und von Bariumchlorid 1:1000 unwesentlich, dagegen von Bariumchlorid 1:5000 sehr stark stimulierend auf die Gewichtszunahme der Pflanzen, die den Zuwachs besser anzeigt als die Größenzunahme, welche von Bariumchlorid 1:2500 am günstigsten beeinflußt wird.

Der Infektionsversuch mit schwarzen Blattläusen zeigt sodann einwandfrei, daß alle die als Zusatz benutzten Stoffe in den angewandten Konzentrationen, selbst wo sie eine leichte Schädigung der Pflanzen (wie in Schale 2) hervorrufen, auf die Anfälligkeit der Pflanzen gegen Blattläuse keinen Einfluß haben.

Tabelle 3.

Nr. der Schale	Zusatz	Zunahme während der Versuchsdauer an	
		Größe in %	Gewicht in %
1.	Fluornatrium 1:1000	—	—
2.	„ 1:2500	374,5	66,8
3.	„ 1:5000	319,5	73,7
4.	Kieselfluornatrium 1:1000.	—	—
5.	„ 1:2500.	—	—
6.	„ 1:5000.	—	—
7.	Bariumchlorid 1:1000	445,8	72,8
8.	„ 1:2500	660,8	67,9
9.	„ 1:5000	606,0	124,3
10.	Kontrolle	375,7	66,2

d) Unter Verwendung von Bariumchlorid und starken Kaligaben. (V. 13.)

A.

a) Versuchsanordnung:

Die Versuche gliedern sich in 2 Versuchsreihen (A u. B), deren Anordnung die gleiche wie im vorhergehenden Versuch ist. Nur wurden im Fall A die Nährlösungen je einer Schale mit Bariumchlorid in den Konzentrationen 1:250 (1), 1:500 (2) und 1:750 (3) und mit 50% Kali in den Konzentrationen 1:1000 (4), 1:2000 (5) und 1:3000 (6) versetzt. In Fall B erhielten die Nährlösungen je einmal einen Zusatz von Bariumchlorid in den Konzentrationen 1:50 (1), 1:100 (2) und 1:300 (3) und von 50% Kali in den Konzentrationen 1:50 (4), 1:100 (5), 1:250 (6) und 1:500 (7). In beiden Fällen diente eine Schale mit 3 Pflanzen in Nährlösung ohne jeden Zusatz als Kontrolle.

b) Versuchsprotokoll:

Der Versuch wurde am 3. 9. 29 begonnen und am 13. 9, abgebrochen. Keine Pflanzen in den mit Bariumchlorid und Kali versetzten Nährlösungen zeigten Schädigungen. Alle Pflanzen wurden infiziert und sogleich besiedelt. Ein Unterschied im Befall der behandelten Pflanzen und der Kontrollpflanzen war nicht zu erkennen.

c) Versuchsergebnis:

Obwohl, wie aus dem Protokoll hervorgeht, eine sichtbare Schädigung der Pflanzen nicht eintrat, wurde ihr Wachstum durch die Beifügung von Bariumchlorid und Kali in verschiedenen Konzentrationen doch nachteilig beeinflußt, wie aus der beigefügten Tabelle (Tab. 4) hervorgeht.

Nur die Pflanzen in Nährlösung mit einem Zusatz von 50% Kali in der Konzentration 1:3000 zeigten eine bessere Gewichtzunahme als die Kontrollpflanzen. Dagegen wuchsen die Pflanzen bei einem Zusatz von Kali 1:1000 und Bariumchlorid 1:750 unwesentlich, die bei einem Zusatz von Kali 1:2000 und Bariumchlorid 1:500 und 1:250 wesentlich

Tabelle 4.

Nr. der Schale	Zusatz	Zunahme während der Versuchsdauer an	
		Größe in %	Gewicht in %
1.	Bariumchlorid 1:250	229,9	52,9
2.	„ 1:500	468,0	63,4
3.	„ 1:750	401,6	70,1
4.	Kali 1:1000	436,8	71,9
5.	„ 1:2000	410,0	57,8
6.	„ 1:3000	303,1	89,7
7.	Kontrolle	390,2	83,3

schlechter als die Kontrollpflanzen. Die Größenzunahme verhielt sich wie auch im vorhergehenden Versuch ganz anders.

Die Entwicklung der Blattläuse wurde, wie schon im Protokoll gesagt, durch keinen der Zusätze zur Nährlösung irgendwie gehemmt, die Anfälligkeit also nicht beeinflußt.

B.

b) Versuchsprotokoll:

25. 9. 29. In Schale 1 ist eine Pflanze, deren Stiel oberhalb des Wurzelhalses welk ist, umgeknickt.

26. 9. In Schale 1 ist die gestern umgeknickte Pflanze ganz welk. Auch in Schale 2 beginnt eine Pflanze schlaff zu werden.

27. 9. Bei den übrig gebliebenen beiden Pflanzen in Schale 1 tritt fleckige Stengelverfärbung auf. Ihre Blattspitzen schwärzen sich. In Schale 2 ist eine Pflanze ganz verwelkt, eine andere beginnt zu welken.

28. 9. An einer Pflanze der Schale 1 sind sämtliche Blätter vertrocknet, an der anderen nur die unteren Blätter. Auch in Schale 2 sind die Blätter einer Pflanze ganz trocken, an der anderen beginnen die Blattspitzen schwarz zu werden.

29. 9. Bei beiden Pflanzen in Schale 1 sind die Stengel stark bräunlich-violett gefleckt. Die Wurzeln sehen krank aus. Nur an einer der Pflanzen sind die Blätter zum Teil noch gesund. In Schale 2 welkt eine Pflanze, bei der anderen trocknen die Blätter weiter.

30. 9. In Schale 1 beginnen die Stengel der Pflanze zu trocknen. Die welkende Pflanze in Schale 2 ist verwelkt, die andere Pflanze beginnt zu welken.

1. 10. In Schale 2 welkt auch die bisher noch gesunde Pflanze. Ihr Stengel zeigt die bekannte fleckige Verfärbung, die auch an einer Pflanze der Schale 3 in der ganzen Länge des Stengels, an den anderen beiden Pflanzen nur in der Stengelmitte auftritt. Die Pflanzen der Schalen 3 und 4 wurden mit schwarzen Blattläusen infiziert.

2. 10. An einer Pflanze der Schale 3 saugen einige Läuse, andere laufen herum.

3. 10. An den Pflanzen der Schale 4 saugen Läuse, die der Schale 3 wurden neu infiziert, da sämtliche Läuse abgewandert sind.

4. 10. In Schale 3 saugt an einer Pflanze eine Laus. Eine andere Pflanze beginnt zu welken.

5. 10. An den Pflanzen der Schale 3, an denen überall die Blätter zu vertrocknen beginnen, saugt keine Laus. Dagegen haben sich an allen Kalipflanzen mit Ausnahme der Pflanzen der Schale 7, die nicht infiziert wurden, Läuse angesiedelt.

12. 10. Die Pflanzen in Schale 3 sind ganz verwelkt. Alle anderen Pflanzen sehen frisch aus. Der Versuch wurde abgebrochen.

c) Ergebnis:

Bariumchloridzusätze in den Konzentrationen 1:50, 1:100 und 1:200 zur Nährlösung schädigten die darin wachsenden Pflanzen im Verhältnis zur Stärke der Konzentrationen. Eine Ansiedlung von Blattläusen an Pflanzen, die in der schwächsten Bariumchloridkonzentration wuchsen, gelang zwar nicht, doch gingen auch die Pflanzen im Laufe des Versuchs ein. Die Wirkung des Kalizusatzes auf die Pflanzen zeigt die Tabelle 5.

Tabelle 5.

Nr. d Schale	Zusatz	Zunahme während der Versuchsdauer an	
		Größe in %	Gewicht in %
4.	Kali 1:50	158,1	31,8
5.	Kali 1:100	415,1	84,6
6.	Kali 1:250	380,4	98,6
7.	Kali 1:500	431,5	103,2
8.	Kontrolle	210,7	79,3

Die Gewichtszunahme wurde durch die Zusätze in den Konzentrationen 1:100, 1:250, und 1:500 zum Teil stark gefördert, während die Konzentration 1:50 hemmend auf das Wachstum wirkte. Zu dieser Versuchsreihe wurden ältere kräftigere Pflanzen verwandt als zu Reihe A, wodurch vielleicht das abweichende Verhalten der Pflanzen in den Kalikonzentrationen 1:1000 und 1:2000 zu erklären ist. Die Blattlausanfälligkeit war auch durch die in dieser Versuchsreihe sehr starken Kalizusätze gegenüber der Kontrolle nicht verändert.

Das Ergebnis der Kaliversuche deckt sich bezüglich der Einwirkung des Kali auf die Blattlausanfälligkeit mit den Befunden von Davidson und Back, die beide in der Einleitung erwähnt wurden. Letzterer stellte bei seinen Bohnendüngungsversuchen durch genaue Zählung der Nachkommen der zur Infektion jeder Bohnenserie benutzten einen Bohnenlaus fest, daß die Vermehrung der Läuse mit wachsenden Kalizusätzen zur Düngung zunahm, das Umgekehrte also, was nach den bisherigen Vermutungen über die Wirkung starker Kaligaben auf den Blutlausbefall der Apfelbäume zu erwarten gewesen wäre.

III. Versuch mit beißenden Insekten.

1. Versuche mit Kohlpflanzen und Kohlweißlingsraupen [*Pieris brassicae* L]. (V 14.)

A.

a) Versuchsanordnung:

Junge Kohlrabipflänzchen aus dem Mistbeet wurden von der an den Wurzeln haftenden Erde befreit und am 12. 9. 27. in auf der einen Seite graduierte U-Röhrchen gestellt, die mit 1 prozent Nikotinlösung gefüllt waren.

Nachdem die Pflanzen, deren Gewicht vorher festgestellt war, einen bestimmten Prozentsatz ihres Gewichtes an Nikotinlösuug absorbiert hatten, wurden sie am 13. 9. aus der Lösung genommen, nach sauberem Abspülen der Wurzeln in Reagenzgläser mit Nährlösung gestellt und diese oben mit Plastilin dicht verkittet. Darauf wurden die Pflanzen mit je 10 Kohlweißlingsraupen im letzten Entwicklungsstadium besetzt und mit einem Pergaminbeutel eingehüllt, um die Raupen am Entweichen zu hindern. Die Kontrollpflanzen wurden mit 15 Raupen versehen. Die Pflanzen absorbierten folgende Mengen 1prozent. Nikotins: 1. ca. 15 %, 2. 25 %, 3. 35 %, 4. 47 %, 5. 55 %, 6. 60 % und 7. 65 %. Die Kontrollpflanze stand in Nährlösung. Nachdem die Pflanzen wie oben behandelt worden waren, wurden sie im Labor weiter beobachtet.

Tabelle 6.

(+ = tot, s = schwach lebend.)

Nr.	Absorbierte 1prozent. Nikotinlösung in %	Untersuchungstag										Nach 5 Tagen tot in %
		1.		2.		3.		4.		5.		
		+	s	+	s	+	s	+	s	+	s	
1.	15	2	6	1	5	—	7	4	3	3	—	100
2.	25	2	5	2	4	1	3	1	1	1	—	70
3.	35	—	3	1	—	—	1	—	1	1	—	10
4.	47	—	5	—	3	2	4	2	—	3	—	70
5.	55	—	5	3	4	3	1	1	—	1	—	80
6.	60	—	8	2	8	1	—	5	—	—	—	80
7.	65	—	3	—	2	—	4	2	—	—	2	20
K	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0

b) Versuchsprotokolle:

14. 9. Alle Pflanzen bis auf 7, die geringe Welkerscheinungen zeigt, sind gesund. In der Stärke des Raupenfraßes sind Unterschiede schwer festzustellen, nur die Kontrollpflanze ist völlig verzehrt und wird erneuert. Über die Wirkung auf die Raupen auch an den folgenden Tagen siehe Tabelle 6.

15. 9. Die Pflanzen 1—3 sind noch gesund, 4 beginnt zu welken, während 5—7 fast völlig welk sind. Die Kontrollpflanze muß durch eine neue ersetzt werden, da sie aufgezehrt ist.

16. 9. Pflanzen 1 und 2 beginnen zu welken, bei 3 ist der Welkprozeß schon weiter vorgeschritten, 4—7 werden durch unbehandelte Pflanzen ersetzt, da sie völlig welk sind. Die Kontrollpflanze ist wieder völlig zerfressen und wird erneuert.

17. 9. Auch die letzten Pflanzen sind welk, 1 relativ am wenigsten. Die Raupen bekommen frische Kohlrabiblätter. Die Kontrollpflanze wird noch einmal erneuert.

c) Versuchsergebnis:

In diesem Versuch steht die Menge der von den Pflanzen absorbierten Nikotinlösung in direkter Beziehung zu dem eingetretenen Welkprozeß. Je mehr absorbierte Lösung, um so früheres Welken. Nahezu umgekehrt ist das Verhältnis der absorbierten Flüssigkeit zur Abtötungsziffer. Nur

bei der niedrigsten Nikotinmenge trat Abtötung sämtlicher Versuchstiere ein, während bei 25—60 % Nikotin nur 70—80 % der Raupen abgetötet wurden. Daß bei 65 % Konzentration nur 20 % der Raupen starben, ist vielleicht auf das schnelle Welken der Pflanze zurückzuführen. Eine Erklärung für die niedrige Abtötungszahl bei 35 % kann jedoch nicht gefunden werden. Auch in diesem Versuch ging die deutliche Wirkung auf die Schädlinge mit einer Schädigung der Versuchspflanzen Hand in Hand.

B.

a) Versuchsanordnung:

Wie oben. Die Versuchspflanze war eine ca. 15 cm hohe Grünkohlpflanze, die vom 31. 8.—1. 9. in 24 Stunden 7,7 ccm einer 1prozent. Nikotinlösung absorbierte und dann nach gründlichem Abspülen in Nährlösung gestellt und mit 20 Kohlweißlingsraupen des 3. Stadiums besetzt wurde.

b) Versuchskontrolle:

2. 9. 27. Die unteren Blätter beginnen gelb zu werden. Die Pflanze ist schwach befressen. Sämtliche Raupen liegen nur noch schwach lebend, zusammengekrümmt im Pergaminbeutel.

3. 9. Die Vergilbung der Blätter nimmt zu. Sämtliche Versuchstiere sind tot, nur die Kontrolltiere leben alle.

5. 9. Das unterste Blatt ist trocken, die mittleren Blätter sind vergilbt, aber noch turgeszent, die oberen Blätter sind völlig frisch. Die mittleren und oberen Blätter wurden in eine Petrischale getan und nochmals mit Kohlweißlingsraupen, diesmal mit 10 des 4. Stadiums, besetzt.

6. 9. Die Blätter sind schwach befressen. Die Wirkung auf die Versuchstiere zeigt Tabelle 7.

Tabelle 7.

(+ = tot; s = schwach lebend.)

	Versuchstag							Zusammen
	1.	2.	5.	6.	7.	8.	9.	
Serie I	20 s	20 +	—	—	—	—	—	100 % +
Serie II	—	—	4 s	7 s, 3 +	4 +	2 +	1 +	100 % +
Kontrolle	—	—	—	—	—	—	—	alle lebend

c) Versuchsergebnis:

In diesem Falle waren die Versuchstiere der ersten Serie schon am 2. Tag sämtlich tot, während die Schädigungen der Pflanzen sich erst später bemerkbar machten, so daß mit den noch turgeszenten Blättern eine 2. Serie von Versuchstieren gefüttert werden konnte, die ebenfalls sämtlich eingingen, was an sich nicht verwunderlich ist, da das in den Blättern gespeicherte Nikotin offenbar seine toxische Wirkung beibehält.

2. Versuche mit Pflaumenzweigen und Ringelspinnerraupen (*Malacosoma neustria* L.).

a) Unter Verwendung von Nikotin. (V. 15.)

I.

a) Versuchsanordnung.

Pflaumenzweige, die nach der üblichen Methode 91,4 % (A 1) und 62,7 % (A 2) einer 1 prozent. Nikotinlösung absorbiert hatten, sowie B 1 nach Absorption von 97,8 %, B 2 von 92,5 % und B 3 von 63,6 % eines Gemisches aus gleichen Teilen 1 prozent Nikotin und Nährlösung, wurden mit je 5 Ringelspinnerraupen im 3. Stadium besetzt. A 2 wurde einen Tag früher behandelt, aber erst zugleich mit A 1 besetzt.

b) Versuchsprotokolle von A:

11. 6. 27. Der Kontrollzweig ist stark befressen. 3 Blätter von A 1 sind mäßig und 2 Blätter von A 2 ziemlich stark befressen. Die Blattsäume beginnen sich zu bräunen. Die Wirkung des absorbierten Nikotins auf die Versuchstiere der Serie A und B ist aus Tabelle 8 ersichtlich.

12. 6. Die Kontrolle ist mehr befressen, sonst aber unverändert. Bei A 1 sind die Blätter gesund. Desgl. bei A 2.

13. 6. Der Kontrollzweig ist fast kahl gefressen. Die unteren Blätter von A 2 welken, an den anderen sind keine neuen Fraßspuren zu sehen.

14. 6. Die Kontrolle ist wenig verändert. Bei A 1 reagierten 2 der schwach lebenden Raupen nur auf sehr starke Reize. Die unteren Blätter sind welk, die anderen nicht weiter befressen. Bei A 2 sind die Blätter unverändert.

15. 6. Die Kontrolle ist unverändert. Die Blätter bei A 1 beginnen von der Spitze an zu welken. Bei A 2 sind die Blätter größtenteils trocken. Die Blattnerven sind braun und auch die Blattfläche ist unregelmäßig braun gefleckt. Die Raupen wurden an einen frischen Zweig gesetzt, der unbehandelt blieb.

16. 6. Der Kontrollzweig beginnt zu welken. Bei A 1 haben die Blätter den gleichen Zustand wie die von A 2 gestern. Der Versuch wurde abgebrochen. Die überlebenden Raupen von A 2 blieben weiter gesund und entwickelten sich normal.

Versuchsprotokolle von B:

11. 6. B 3 wurde mit 5 Raupen besetzt. Einige Blattspitzen sind schon gebräunt.

12. 6. Kontrolle wie bei A. Bei B 3 ist ein Blatt stark, eins weniger befressen. Alle Blätter zeigen vereinzelte braune Flecken.

13. 6. B 3 verhält sich wie am 12. 6. B 1 und B 2 wurden je mit 5 Raupen besetzt. Bei B 2 fangen die Blätter schon an zu welken.

14. 6. Bei B 3 sind die Blätter, von denen die unteren zu welken beginnen, nicht weiter befressen. Bei B 2 ist ein Blatt wenig befressen. An B 1 verhalten sich die Blätter wie bei B 2, nur sind sie stärker befressen.

15. 6. Bei B 1 sind die Blätter alle nahezu trocken. Bei B 2 sind die Blätter fast welk.

16. 6. Bei B 1 sind die Blätter völlig welk und die Blattnerven braun gefärbt. Die Blätter bei B 2 sind völlig welk mit unregelmäßigen braunen Flecken und bräunlichen Nerven. Die Blätter bei B 3 sind wie bei B 2. Alle überlebenden Raupen wurden an frische, unbehandelte Zweige gesetzt.

17. 6. Nur bei B 2 sind die frischen Blätter befressen, bei den anderen blieben sie unberührt.

18. 6. Der Versuch wurde abgebrochen.

Tabelle 8.

(Die Tage rechnen vom Besetzen der Zweige mit Raupen an.)

A.	Absorbierte 1prozent. Nikotinlösung in %	Gefressene Blattfläche qmm		Versuchstag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Am 9. Tag tot. Insgesamt
A 1 . .	91,4	325	+	—	—	—	1	–	1	3	—	5
			s	—	2	3	3	4	3	—	—	
A 2 . .	62,7	563	+	—	—	—	—	1	1	1	–	3
			s	—	3	4	1	1	—	—	—	
B.	1 % Nikotin + Nährlösung (1 : 1)											
B 1 . .	97,8	179	+	—	—	1	3	1	1	—	—	5
			s	—	3	2	—	1	—	–	—	
B 2 . .	92,5	221	+	—	1	—	1	1	—	—	—	3
			s	—	—	—	2	1	—	—	—	
B 3 . .	63,6	255	+	—	—	—	2	—	—	2	1	5
			s	—	5	5	3	2	—	1	—	
Kontrolle	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	0
			s	—	—	—	—	—	—	—	—	

c) Versuchsergebnis:

Die behandelten Zweige wurden bedeutend weniger befressen als der Kontrollzweig. Die von den Versuchstieren verzehrte Blattfläche nahm mit steigenden Mengen der aufgenommenen Lösung ab. Das in den Blättern gespeicherte Nikotin führte in drei Fällen zur Abtötung sämtlicher Versuchstiere. In den anderen beiden Fällen wurde der größere Teil der Raupen abgetötet. Bei Versuch A war dies der Fall bei dem Zweig, der die kleinere Menge nikotinhaltiger Lösung absorbiert hatte, bei Versuch B jedoch unerklärlicherweise bei Zweig 2, der annähernd ebensoviel von der Lösung aufgenommen hatte, wie Zweig 1. Die Aufnahme der Lösungen führte in allen Fällen zu frühzeitigem Welken unter fleckiger Braunfärbung der Blattflächen und bräunlicher Verfärbung der Nerven.

II.

a) Versuchsanordnung:

Zweig I absorbierte 15%, II 25%, III 52%, IV 62%, V 69%, VI 84% und VII 90% seines Gewichtes an 1prozent. Nikotinlösung. Alle behandelten Zweige sowie der Kontrollzweig wurden am 21. 6. mit je 5 Ringelspinnerraupen des letzten Stadiums besetzt, mit Ausnahme von I, II und III, die mit je 6 Versuchstieren besetzt wurden. Die Wirkung

Tabelle 9.

(+ = tot; p = verpuppt; s = schwach lebend.)

Nr.	Absorbierte 1 prozent. Nikotinlösung in %	Gefressene Blattfläche qmm		Versuchstage 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	11.	12	Anzahl toter Raupen bezw. Puppen, Insgesamt	Anzahl lebender Puppen
I	15	2509	+	—	—	1	1	—	—	1	—	1	—	1	6	0
			s	—	1	1	—	2	—	2	2	1	1	—		
			p	—	—	—	—	—	—	1(+)	—	—	—	—		
II	25	970	+	—	—	3	1	—	1	—	—	—	—	1	6	0
			s	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—		
			p	—	—	—	—	—	—	1(+)	—	—	—	—		
III	52	439	+	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	3	3
			s	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			p	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—		
IV	62	975	+	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	3	2
			s	—	2	2	1	1		—	—	—	—	—		
			p	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—		
V	69	554	+	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	3	2
			s	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—		
			p	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—		
VI	84	692	+	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	4	1
			s	2	1	—	2	1	1	—	—	—	—	—		
			p	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—		
VII	90	525	+	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	3	2
			s	2	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—		
			p	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—		
Kontrolle	0	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	5
			s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			p	—	—	—	—	—	—	4	—	—	1	—		

des Genusses nikotinhaltiger Blätter der behandelten Pflanzen auf die Versuchstiere, sowie die Menge der gefressenen Blattflächen sind aus Tabelle 9 ersichtlich. Wie auch in einem vorhergehendem Versuch wurde die gefressene Blattfläche in der Art bestimmt, daß die Blätter in ihren Umrissen auf Millimeterpapier gezeichnet wurden und nach dem Fraß die Lücken hineingezeichnet und ihr Flächeninhalt ausgezählt wurde. Die Methode erwies sich als brauchbar, wenn sich auch gewisse Ungenauigkeiten nicht immer vermeiden ließen. Die nachfolgenden Protokolle enthalten nur Angaben über die Veränderungen, die die Versuchszweige im Laufe der Versuchszeit zeigten.

b) Versuchsprotokolle:

22. 6. 27. Die Blätter an allen Zweigen sind frisch. Der Kontrollzweig ist stark befressen.

23. 6. III. Einige Blattränder bräunen sich, dgl. bei IV. V. Die Blattränder sind stark gebräunt. VI. Die obersten Blättchen sind fast trocken. VII. Die Blätter verhalten sich wie bei V.

24. 6. I. und II. Die Blätter sind frisch. IV. Die Blattränder sind in schmalem Rand braun gefärbt. VII. Die Blätter welken. K. Die Blätter sind bis auf die Blattrippen kahl gefressen, der Zweig wurde durch einen neuen ersetzt.

26. 6. Alle behandelten Zweige bis auf I, II und III sind mehr oder minder trocken, mit zunehmender Bräunung der Blattnerven und -Ränder in den höheren Konzentrationen.

28. 6. I. Die Blätter sind frisch. II. Die Blätter sind frisch bis auf die trocknen Blattränder. III. Die Blätter sind trocken, die Blattränder braun.

30. 6. Bei I und II sind die Blätter mehr oder minder welk und trocken. Der Versuch wurde abgebrochen.

c) Ergebnis:

Bei den Zweigen mit den geringsten absorbierten Nikotinmengen ergab sich eine Abtötung sämtlicher Versuchstiere, während die Abtötungsziffer bei allen anderen Zweigen geringer war. Das ist wohl dadurch zu erklären, daß die Zweige I und II bedeutend länger frisch blieben als die anderen behandelten Zweige, deren Blätter schon bald braune, trockne Ränder bekamen und dann welkten. Dem Ergebnis des vorhergehenden Versuchs entsprechend waren mit Ausnahme von Zweig IV die gefressenen Blattflächen bei I und II größer als bei den anderen Zweigen, die unter sich allerdings keine Abhängigkeit der Fraßfläche von der Nikotinaufnahme zeigten. Der Kontrollzweig wurde völlig kahl gefressen und mußte einmal durch einen neuen ersetzt werden. Sämtliche behandelten Zweige wurden durch die Nikotinaufnahme geschädigt, am wenigsten die Zweige I und II. Unter den Versuchstieren von I und II gelang es noch je einer Raupe sich normal zu verpuppen. Die Puppen gingen aber unmittelbar darauf ein. Eine Raupe von IV verpuppte sich ohne Bildung eines Kokons.

b) Unter Verwendung von chlorthymolhaltigen Lösungen. (V. 16.)

a) Versuchsanordnung:

Nachdem ein vorhergehender Versuch gezeigt hatte, daß die Absorption von 0,5 prozent. bis 10 prozent. Lösungen des Mittels B schwere Schädigungen der Versuchszweige zur Folge gehabt hatte und nur eine 0,1 prozent. Lösung ohne augenfällige Schädigungen blieb, wurden 4 Pflaumenzweige wie üblich in eine 0,1 prozent. Lösung des Mittels B gestellt. Die Versuchszweige hatten nach 42 Stunden 134,5% (I), 192,7% (II), 245,7% (III) und 167,2% (IV) ihres Gewichtes an Lösung des Mittels B aufgenommen. Die Kontrolle absorbierte in der gleichen Zeit 227,7% an Nährlösung. Die Zweige I—III wurden in Nährlösung gestellt und ebenso wie die Kontrolle am 15. 6. 27 mit je 10 Ringelspinnerraupen des zweitletzten Stadiums besetzt.

b) Versuchsprotokolle:

16. 6. Die Versuchszweige zeigen keine Schäden, die Versuchstiere sind gesund. Zweig I und II sind wie der Kontrollzweig, Zweig III etwas weniger befressen.

17. 6. Zustand der Zweige und Raupen wie am 16. 6. II am stärksten, und zwar wie der Kontrollzweig befressen. Zweig IV absorbierte bisher 300% seines Gewichtes an B-Lösung. Er wurde in Nährlösung gestellt, und ebenfalls mit Ringelspinnerraupen besetzt.

18. 6. Kontrolle und II sind völlig kahl gefressen, I und III sind auch stark befressen, IV zeigt geringen Fraß. Bei III bekommt ein Blatt einen trockenen Rand, bei IV welken die untersten beiden Blätter. Die übrigen Zweige sind unbeschädigt.

20. 6. I fast kahl gefressen, III weniger befressen, IV bis auf die unteren Blätter und die an der Spitze, die trocken sind, nahezu kahl gefressen. Ringelspinner überall gesund.

c) Versuchsergebnis:

Eine Lösung des Mittels B, die von den Versuchspflanzen ohne Schädigung vertragen wurde, war auch bei Absorption von die Pflanzen schwach schädigenden Mengen ohne jeden Einfluß auf die Versuchstiere.

3. Versuche mit Lindenzweigen und Mondfleckraupen [*Phalera bucephala* L.] (V. 17.)

a) Versuchsanordnung:

4 annähernd gleich große Lindenzweige wurden am 9. 7. 30 in Gläser mit je 50 ccm Nährlösung gesetzt, die einmal ohne Zusatz (I) blieb und in den anderen Fällen mit Nikotin im Verhältnis 1:1000 (II), 1:1500 (III) und 1:2000 (IV) gemischt wurde. Die Gläser wurden oben zunächst mit Watte und dann mit einer Plastilinschicht abgedichtet. Am 13. 7. zeigten die Zweige keinerlei Schädigungen bis auf Zweig III, der seine Nährlösung eher verbraucht hatte als die anderen und versehentlich eine Nacht trocken stand. Alle Zweige, auch Zweig III, wurden am gleichen Tage mit 10 Mondfleckraupen (*Phalera bucephala* L.) vorletzten Stadiums besetzt und die Zweige, um ein Abwandern der Raupen zu verhindern, in Pergamentbeutel eingehüllt. In den folgenden Versuchsprotokollen wird nur die Wirkung des Nikotins auf die Lindenzweige geschildert, während die Wirkung auf die Raupen aus der Tabelle hervorgeht (Tab. 10a).

b) Versuchsprotokolle:

14. 7. Zweig I ist sehr stark, die anderen Zweige sind nur schwach befressen. (Abb. 2 u. 3). Alle Zweige sind frisch bis auf III, der aus den oben angegebenen Gründen zu welken beginnt.

15. 7. Zweig I ist völlig kahl gefressen und wird durch einen neuen Zweig ersetzt. Zweig III ist völlig welk. Die an ihn gesetzten Raupen erhalten unvergiftetes Futter.

16. 7. Zweig I ist wieder völlig kahl gefressen und muß erneuert werden. An Zweig II beginnen die unteren Blätter unter fahler Verfärbung zu welken.

17. 7. Zweig I muß zum 3. Male erneuert werden. An Zweig II sind die unteren Blätter vertrocknet, die mittleren vergilben und die oberen sind noch gesund. An Zweig IV beginnen die unteren Blätter zu vergilben. Da die an II und IV gesetzten Raupen entweder tot sind oder nur noch so schwach leben, daß sie keine Nahrung

Tabelle 10.

a	I		II		III		IV		b	I		II		IV	
	+	s	+	s	+	s	+	s		+	s	+	s	+	s
14. 7.	—	—	—	7	—	2	—	6	18. 7.	—	—	—	4	—	5
15. 7.	—	—	—	6	—	1[2])	—	7	19. 7.	—	—	—	5	—	5
16. 7.	—	—	1	9[1])	—	3	3	7	20. 7.	—	—	1	4	—	5
17. 7.	—	—	6	1	3	3	6	1	21. 7.	—	—	—	4	2	3
18. 7.	—	—	1	—	1	4	—	1	22. 7.	—	—	2	2	1	2
19. 7.	—	—	8		1	2	1	—	23. 7.	—	—	1	1	2	—
20. 7.	—	—			1	2	10		24. 7.	—	—	1	—	5	
21. 7.	—	—			—	4						5			
30. 7.	—	—			1	—									
3. 8.	—	—			1	—									
					8										

+ = tot, s = schwach lebend.

mehr aufnehmen können, werden beide Zweige von kranken Blättern befreit und mit je 5 neuen *bucephala*-Raupen des letzten Stadiums besetzt (siehe Tab. b).

18. 7. Zweig I wird erneuert.

19. 7. Zweig I wird erneuert. Bei Zweig II trocknen die Blätter in der Richtung von unten nach oben weiter.

20. 7. Zweig I wird erneuert. Auch die oberen Blätter beginnen bei II und IV zu vergilben.

21. 7. Zweig I wird erneuert. An II und IV ist nur noch ein Blatt turgeszent, aber auch dieses vergilbt schon.

22. 7. Wie am 21. 7.

23. 7. An Zweig II und IV ist auch das letzte Blatt vertrocknet.

c) Versuchsergebnis:

Wie aus der Tabelle hervorgeht, gingen beide Raupenserien, die an die vergifteten Zweige gesetzt wurden, ein. Selbst von den Raupen des Zweigs III, die nur einen Tag daran gefressen hatten und dann unvergiftetes Futter bekamen, konnten sich nur 2 verpuppen, während die anderen 8 nach und nach eingingen, obwohl sie gesund zu sein schienen und auch Nahrung zu sich nahmen. Zum Vergiften der Versuchstiere genügten sehr geringe Blattmengen. Die 10 (später 8) Raupen des Zweigs II fraßen insgesamt 534 qmm, die des Zweigs IV 694 qmm und die des bald vertrockneten Zweigs III sogar nur 203 qmm Blattfläche, während die Kontrolltiere, die sich alle normal verpuppten, bis zum 17. 7. einschließlich schätzungsweise 162 500 qmm fraßen. Entsprechend der so verschiedenen Nahrungsaufnahme blieben die Raupen an den vergifteten Zweigen bald an Größe hinter den Kontrolltieren stark zurück. So maßen am 16. 7. die ersteren im Durchschnitt nur 2,3 cm, die letzteren aber 4,05 cm.

[1]) 2 Raupen aus dem Beutel durch eine schadhafte Stelle entkommen.

[2]) Die Raupen von III bekamen vom 15. 7. ab unvergiftetes Futter.

Die Lindenzweige erwiesen sich dem absorbierten Nikotin gegenüber als äußerst widerstandsfähig. Die ersten leichten Welkerscheinungen

Abb. 2. Lindenzweig in Nikotin + Nährlösung 1 : 1000 einen Tag nach Ansetzen der Raupen. Auf der Plastilinabdichtung der Flaschenöffnung und neben dem Glas 8 schwach lebende kaum fortbewegungsfähige Raupen in den typischen Körperhaltungen. Die dunklen Flecke auf den 3 rechten Blättern rühren von erbrochenem Darminhalt der vergifteten Raupen her. (Etwa $^1/_2$ nat. Größe.)

traten erst 7 Tage nach Versuchsbeginn in Erscheinung und es bedurfte weiterer 7 Tage, um die Zweige völlig zum Verwelken bezw. Vertrocknen zu bringen. Leider wurde unterlassen, einen Kontrollzweig ohne Ver-

suchstiere mit zu beobachten, so daß nicht feststeht, ob das Vertrocknen ein normaler Vorgang oder auf das Nikotin zurückzuführen war. Ein 7 Wochen nach dem Versuch unter den gleichen Bedingungen wie im Versuch gehaltener Lindenzweig in unvermischter Nährlösung zeigte eben-

Abb. 3. Unbehandelter Lindenzweig aus dem gleichen Versuch und am gleichen Tag wie Abb. 2. Starke Fraßschäden an den Blättern. Alle Raupen gesund. (Etwa $^1/_2$ nat. Größe.)

falls nach 7 Tagen Welkerscheinungen, und war nach weiteren 8 Tagen völlig trocken. Doch lassen sich beide Ergebnisse nicht ohne weiteres in Parallele zueinander setzen, da der Zeitunterschied zu groß ist und an den Linden Ende August schon leichte herbstliche Erscheinungen zu bemerken waren. Für die Annahme eines normalen Welkvorganges spricht

allerdings, daß die Lindenblätter nicht wie die Blätter aller anderer behandelten Holzgewächse Braunfärbung der Nerven aufwiesen.

Daß Nikotin von den Zweigen II—IV aufgenommen worden war, geht schon aus dem Sterben der Versuchstiere hervor. Um jedoch einen einwandfreien Nachweis über das Vorhandensein und die Menge des absorbierten Nikotins zu erhalten, sandte ich die Blätter und Stengel der Lindenzweige II, III und IV an das Tabaksforschungsinstitut für das deutsche Reich in Forchheim b. Karlsruhe, um die erforderlichen Analysen dort vornehmen zu lassen. Das Ergebnis der Analysen gibt die folgende Tabelle (Tab. 11) wieder.

Tabelle 11.

Zweig	Nikotin: Nährlösung	Gewicht g	Nikotin mg	Nikotin auf 1 g Substanz mg
II	1 : 1000	5,20	38,78	7,5
III	1 : 1500	3,80	17,01	4,5
IV	1 : 2000	6,35	24,30	3,8

Die auf 1 g Blattsubstanz entfallende Menge absorbierten Nikotins steigt also, wie zu erwarten, mit der Nikotinkonzentration der entsprechenden Nährlösungen. In den toten Raupen, die ebenfalls auf Nikotingehalt analysiert wurden, ließ sich Nikotin nicht nachweisen, da einmal das Gewicht sämtlicher zu den einzelnen Zweigen gehörenden Raupen nur 0,8, 0,3 u. 1,0 g betrug und weiter nach den angegebenen Blattmengen, die zum Tod der Raupen ausreichten, eine von der Analyse erfaßbare Menge nicht zu erwarten war.

4. Versuche mit Luzernestengeln und Sitonesarten, Apfelzweigen und Apfelgespinstmottenraupen (*Hyponomeuta malinellus* Z.), Viburnumzweigen und Galerucellalarven. (V. 18.)

Luzernestengel, die 1prozent. Nikotinlösung absorbiert hatten, wurden von hungernden Sitonesarten nicht angerührt. Ebenso verhielten sich absolut ablehnend Apfelgespinstmottenlarven gegenüber mit Nikotin behandelten Apfelzweigen und Galerucellalarven gegenüber in gleicher Weise behandelten Viburnumzweigen.

Alle Versuchspflanzen erlitten starke Schädigungen.

IV. Beurteilung der Versuche.

A. Ergebnisse der eigenen Versuche.

1. Wirkung der absorbierten Mittel auf die Versuchstiere.

Als Versuchstiere kamen Insekten sowohl mit saugenden als auch mit beißenden Mundwerkzeugen zur Verwendung, und zwar von den

ersteren 5 Blattlausarten und von den letzteren die Larven zweier Schmetterlings- und einer Blattkäferart, sowie die Imagines einer Käferart.

Die Wirkung der absorbierten Mittel war auf die Blattläuse in den einzelnen Versuchsreihen eine recht verschiedene. Zum Teil hörten die Läuse an den behandelten Zweigen auf zu saugen und wanderten ab, ohne Schäden zu zeigen (V. 1, 3, 7, 10, 13). In anderen Fällen wanderte die Hauptzahl der Läuse ab, ein kleiner Teil jedoch wurde so schwer geschädigt, daß der Tod noch am Zweig oder nach dem Abfallen vom Zweig eintrat (V. 5 u. 6). In wieder anderen Reihen wurde ein höherer Anteil der Läuse abgetötet, während der Rest abwanderte (V. 4 u. 8). In einem Fall endlich starben sämtliche Blattläuse teils an der Versuchspflanze, teils nach dem Herabfallen in kürzerer oder längerer Zeit, ab (V. 9). Diesem letztgenannten Fall stehen jedoch Beispiele aus einigen Versuchsreihen, die zum Teil schon angeführt wurden, gegenüber, in denen jede Wirkung auf die Schädlinge ausblieb, und zwar einmal überall dort, wo die Versuchspflanzen durch die benutzten Stoffe nicht geschädigt waren (V 5, 6, 8 u. 10—13), dann aber auch vereinzelt an Versuchspflanzen, die leichte Schäden zeigten (V. 11 u. 12). Vom ungehinderten Gedeihen der Blattläuse an behandelten Pflanzen bis zu ihrer restlosen Abtötung sind also alle Übergänge in den Versuchen vertreten. Wenn wir das Abwandern der Läuse bei der Beurteilung der Wirkung der Mittel außer acht lassen, weil leider nicht geklärt werden konnte, in wie hohem Maße dabei Turgoränderungen infolge der Behandlung der Versuchspflanzen eine Rolle spielen, so ist eine Wirkung mancher Mittel doch unverkennbar. Wie schon gesagt, reagierte ein Teil der Tiere durch Herabfallen von der Versuchspflanze auf eine eingetretene Vergiftung. So geschädigte Läuse waren nur zum kleinsten Teil einer mühsamen Fortbewegung fähig. Meist lagen sie auf dem Rücken, zappelten mit den Beinen und versuchten vergeblich sich aufzurichten. Nur ein kleiner Teil erholte sich nach einigen Tagen, während die Hauptmasse einging.

Die Wirkung der angewandten Mittel auf die Insekten mit beißenden Mundwerkzeugen zeigt zwar auch alle Übergänge vom Fehlen jeder Reaktion bis zur Abtötung sämtlicher Versuchstiere. Aber im ganzen betrachtet stellt sich die Wirkung hier doch nahezu umgekehrt dar, wie bei den saugenden Insekten. Fand bei letzteren die vollständige Abtötung der Versuchstiere nur in einer Versuchsreihe statt (V. 9), so ist eine derartige starke Wirkung auf die beißenden Insekten in der Mehrzahl der betreffenden Versuchsreihen (V. 14 B, 15 u. 17) zu verzeichnen. Jegliche Reaktion blieb nur in V. 18 aus, in der die vergifteten Nährpflanzen nicht angenommen wurden, und in V. 16, in der ein chlorthymolhaltiges Präparat zur Anwendung gelangte. In zwei Versuchsreihen (V. 14 A u. 15) wurden die Raupen je nach den gewählten Nikotinkonzentrationen in verschiedenem Maße abgetötet, und zwar war die Zahl der toten Versuchstiere an den Pflanzen mit geringeren Absorptionsmengen zumeist

höher als an den anderen. Vielleicht erklärt sich das daraus, daß den Raupen der Geschmack der in stärkerem Maße mit Nikotin infiltrierten Blätter nicht zusagte oder die bei höheren Nikotinaufnahmen schneller welkenden Blätter von ihnen verschmäht wurden, so daß sie seltener die tötende Dosis vergifteten Blattmaterials aufgenommen haben. Bemerkenswert ist, daß in zwei Fällen (V. 14 B u. 17) mit dem gleichen vergifteten Blattmaterial zwei nacheinander angesetzte Serien von Raupen restlos abgetötet worden sind.

Die tödliche Wirkung auf die Raupen trat nur selten unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme ein. Meistens erkrankten die Raupen zunächst mehr oder minder schwer und gingen erst nach einigen Tagen ein. Im allgemeinen äußerten sich die Vergiftungserscheinungen sowohl bei Kohlweißlings- und Ringelspinner- wie auch bei Mondfleckraupen recht ähnlich. Im ersten Stadium der Vergiftung lagen sie oft mit hoch gekrümmtem Rücken auf der Seite. Ihr vorderes Körperdrittel war mit einer grünlichen oder bräunlichen Flüssigkeit, wahrscheinlich dem erbrochenen Magensaft, völlig besudelt. Sie reagierten auf die kleinsten Reize durch intensive, schnellende Körperbewegungen. Während ein Teil der Raupen in diesem Stadium der Vergiftung einer Fortbewegung nicht mehr fähig war, krochen andere mehr oder minder mühsam umher, konnten sich allerdings in den seltensten Fällen auf Zweigen und Blättern, auf die sie gesetzt wurden, festhalten und fortbewegen. Im nächsten Stadium ließ die Überempfindlichkeit nach, um im letzten Stadium ins Gegenteil umzuschlagen. Es gehörten sehr starke Reize dazu, um bei den jetzt häufig ganz bauchwärts gekrümmten Tieren Reaktionen auszulösen. Die Ringelspinnerraupen schlugen im ersten Stadium manchmal krampfartig mit der vorderen Körperhälfte hin und her, manchmal aber erschienen ihre letzten Körpersegmente wie gelähmt und wurden beim Kriechen nachgeschleppt. Bei Mondfleckraupen wurde öfter eine spiralige Verdrehung des ganzen Körpers beobachtet. Von den erkrankten Raupen erholten sich einzelne vorübergehend oder dauernd. Bei einigen wenigen vergifteten Raupen führte die Aufnahme unbehandelten Futters, dessen Einfluß von der eingenommenen größeren oder geringeren Giftmenge abhängig gewesen sein mag, zur Genesung. Die meisten so behandelten Raupen überwanden jedoch die durch die Aufnahme vergifteten Blattmaterials eingetretene Schädigung trotz guter Freßlust nicht und gingen früher oder später ein. Zwei vergiftete Ringelspinnerraupen vermochten, nachdem sie unvergiftetes Futter gefressen hatten, einen dünnen Kokon anzufertigen, ohne sich indessen verpuppen zu können.

In einem im Hauptteil der Arbeit nicht geschilderten Versuch gingen 4 Kohlweißlingsraupen, die mit Nikotin behandeltes Blattmaterial gefressen hatten, infolge Parasitierung ein. Die Wespenlarven bohrten sich zwar noch aus der Raupe heraus, aber auch sie gingen bald zugrunde, ohne Kokons gesponnen zu haben. Etwas ähnliches habe ich bei parasitierten,

mit Arsen vergifteten Raupen nie beobachtet. Im Gegenteil erfolgten das Schlüpfen der Parasitenlarven und ihre Verpuppung hier ganz normal.

Auffallend ist die ungleiche Wirkung des Nikotins auf Blattläuse, die teils abgetötet, teils nur abgeschreckt, zum Teil überhaupt nicht beeinflußt worden sind. Wie bekannt und öfter erwähnt, verlassen Blattläuse das besogene Pflanzengewebe bei sinkendem Saftdruck bald. Dabei ist es gleichgültig, ob die Wirkung durch Wasserverlust oder unter dem Einfluß aufgenommener Giftlösungen eintritt. Bei den in Frage kommenden Versuchen ist daher nicht eindeutig zu entscheiden, ob die Abwanderung der Blattläuse lediglich auf Grund der Veränderung des Turgors oder gleichzeitig unter dem Einfluß der Giftlösungen erfolgt ist. Da die Blattläuse ihre Nahrung dem besogenen Pflanzengewebe auf osmotischem Wege entnehmen und nicht, wie die Schmetterlingsraupen, ganze Blattstücke u. dgl. aufnehmen, suchte Börner das Verhalten der Blattläuse aus der Art ihrer Nahrungsaufnahme zu erklären. Blattläuse, die mit ihren Saugborsten bis in unmittelbare Nähe der die Nikotinlösung führenden Leitungsbahnen an Trieben und Blättern vordringen, sollten durch osmotisch diffundiertes Nikotin vergiftet werden können. Andererseits würden Blattläuse, die ausschließlich auf histioidem[1]) Gallengewebe, das frei oder nahezu frei von Leitungsbahnen ist, der Giftwirkung seiner Meinung nach nicht oder nur in schwachem Maße ausgesetzt sein, sofern überhaupt eine Diffusion des Nikotins aus benachbarten Leitungsbahnen in das Gallengewebe stattfinden würde. Börner sah sich in dieser Auffassung durch Versuche bestärkt, welche er im Frühjahr 1930 mit Rebläusen an bewurzelten und frisch treibenden blattgallenfreien Reben ausgeführt hatte, die in Nährlösung mit verschieden hohem Nikotinzusatz wuchsen (Versuchsanordnung wie V. 10—13. Flaschenabdichtung mittels Plastilin). Diese Reben zeigten mit steigender Nikotinmenge zunehmende Schwächung. Das Nikotin blieb bei Verdünnung auf 1 : 1500 und darunter subletal; die Rebläuse schritten an solchen Reben zur Gallenbildung und Eiablage. Nur wo das Wachstum der Rebentriebe durch das Nikotin (Lösungen 1 : 500 und 1 : 1000) zum Stillstand gekommen war und das Absterben der Blätter in bekannter Weise eintrat, unterblieb die Gallenbildung, die jungen Rebläuse wanderten ab, nur wenige gingen ein. Leider ergab eine chemische Analyse keine verwendbaren Resultate, da zu wenig Blattmaterial eingesandt worden war. Börner wiederholte daher den Versuch in der von mir in der Versuchsreihe 17 angewandten Weise mit Rebentrieben, die mit Reblausblattgallen verschiedenen Alters reich besetzt waren. Dabei sollte festgestellt werden, ob die im Gallengewebe saugenden Rebläuse durch das von den Trieben absorbierte Nikotin abgetötet werden oder nicht, und ob letzterenfalls Unterschiede in der Nikotinaufnahme durch das normale Gewebe der Rebentriebe und -blätter

[1]) Vgl. Küster, C., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1916.

einerseits, durch das parenchymatöse histioide Gewebe der Reblausgallen andererseits, bestehen. Die Versuchszweige wurden am 26. 9. 1930 in Nährlösung gestellt, die im Verhältnis 1:1500 und 1:2000 mit Nikotin vermischt war. Die Gläser, in denen die Reben standen, waren, wie üblich, mit Plastilin sorgfältig abgedichtet. Im Laufe der 7 Beobachtungstage verhielten sich die behandelten Rebtriebe wie die Kontrolltriebe, welche in reiner Nährlösung standen. Das Verhalten der Blattrebläuse aller Stadien war an den behandelten Trieben nicht von den der Läuse an den Kontrolltrieben zu unterscheiden. In beiden Fällen wurden nur sehr wenige tote Läuse gegenüber einer sehr großen Zahl gesunder Läuse ausgezählt, so daß anzunehmen war, daß die toten Läuse nicht durch Nikotin vergiftet worden waren. Die vom Forchheimer Tabakforschungsinstitut durchgeführte Analyse dieser Versuchsreben, welche getrennt nach Blättern, Stengeln und den aus dem Blattgewebe herausgeschnittenen Gallen durchgeführt wurde, ergab, daß das Gallengewebe völlig nikotinfrei war, obwohl in den Stengeln und Blättern Nikotin in ansehnlicher Menge nachzuweisen war. Die höheren Nikotinzahlen zu Nr. 1—3 der nachstehenden Tabelle (Tab. 12) deuten sogar auf eine bereits erfolgte Anreicherung des Nikotins im Blattgewebe hin. Die Rebläuse sind also in dem geschilderten Versuch tatsächlich nicht mit Nikotin in Berührung gekommen.

Ob indessen Blattläuse, welche auf histioidem Gallengewebe saugen, in allen Fällen vor dem Einfluß von Giftlösungen geschützt sind, welche die damit behandelten Pflanzen aufnehmen, erscheint zweifelhaft. In Versuchsreihe 8 konnte eine Beeinflussung von Blutläusen auf typischem kambialen Gallengewebe wahrgenommen werden. Weitere Forschungen werden zu ermitteln haben, ob gesetzmäßige Beziehungen zwischen einer innertherapeutischen Giftwirkung und der histologischen Struktur des von Blattläusen oder anderen Insekten mit saugenden Mundteilen besogenen Pflanzengeweben bestehen.

Tabelle 12.

Nr.	Art	Konzentration	Gewicht g	NaOH $^1/_{10}$ ccm	Nikotin mg	In 1 g Substanz mg
1	Rebblätter . . .	1:1500	8,5	4,2	34	4
2	Rebtriebe . . .		7,5	2,4	19	2,5
3	Rebblätter . . .	1:2000	10,8	4,5	36	3,3
4	Rebtriebe . . .		11,6	3,0	24	2,1
5	Blattgallen . . .		3,4	0	0	0

2. Wirkung der absorbierten Mittel auf die Versuchspflanzen.

Der analytische Nachweis der erfolgten Absorption der angewandten Mittel wurde leider nur für das Nikotin erbracht. Außer den schon weiter vorn angeführten Analysen liegt noch das Ergebnis einer Untersuchung

von zwei Apfelzweigen vor, die in Nikotin + Nährlösung 1 : 1000 bezw. 1 : 2000 gestanden hatten. Im ersten Fall enthielt der Zweig auf 1 g Blattsubstanz berechnet 3,8 mg Nikotin und im zweiten 2,3 mg. Die aufgenommenen Nikotinmengen verhielten sich den Konzentrationen der Lösungen, in denen die Zweige standen, annähernd proportional. Für die Mehrzahl der anderen Mittel stellt die Reaktion der Pflanze und der Versuchstiere eine stattgefundene Absorption außer Zweifel.

Aus den bei Schilderung der Versuche 3, 5, 6 und 16 mitgeteilten Zahlen scheint hervorzugehen, daß reine Nährlösungen oder reines Wasser von abgeschnittenen Zweigen schneller aufgenommen werden als Gemische der Gifte mit Nährlösung oder reine Giftlösungen. So absorbierten Pflaumenzweige bei V. 3 130,7 % ihres Gewichtes von 1 prozent. Nikotinlösung und 125,6 % an Nikotin + Nährlösung bezw. Wasser im Verhältnis 1 : 1, während 171,3 % an Nährlösung aufgenommen wurden. In V. 5 nahmen Apfelzweige im Durchschnitt 112,3 % einer Sublimatlösung 1 : 1000 und 117,7 % einer gleichen Lösung 1 : 2000 gegen 167,8 % Leitungswasser auf. In V. 16 endlich wurde von Pflaumenzweigen durchschnittlich 192,5 % einer 0,1 prozent. chlorthymolhaltigen Lösung gegenüber 227,7 % Nährlösung absorbiert. Die Ergebnisse dieser drei Versuche werden durch einen Teil der Versuchsreihe 18 bestätigt, in der Viburnum-Zweige 106 % einer 1 prozent. Nikotinlösung gegenüber 193 % der Nährlösung aufnahmen. Dagegen stimmen damit die Feststellungen zu V. 6 nicht überein, in der Apfelzweige im Durchschnitt 145,3 % einer 0,1 prozent. chlorthymolhaltigen Lösung aufnahmen, aber nur 94,1 % an Nährlösung. Worauf das zuletzt genannte abweichende Ergebnis zurückzuführen ist, läßt sich aus den Versuchsprotokollen nicht nachweisen.

Reine Giftlösungen scheinen von abgeschnittenen Zweigen oder Stengeln schneller aufgenommen zu werden als Gemische dieser Gifte mit Nährlösungen, obwohl das Gegenteil zu erwarten wäre, da Giftlösungen, wie oben gesagt, langsamer absorbiert werden als reine Nährlösung bezw. Wasser. Je höher die Giftkonzentrationen der Lösungen sind, um so schneller erfolgt anscheinend ihre Absorption. In der schon oben erwähnten Versuchsreihe 3 wurde eine 1 prozent. Nikotinlösung schneller aufgenommen als Gemische von 1 prozent. Nikotin mit Nährlösung oder Leitungswasser im Verhältnis 1 : 1. Deutlicher zeigt diese Erscheinung ein Versuch mit Luzernestengeln (V. 18). Diese absorbierten im Verlauf von 48 Stunden die in folgender Tabelle (Tab. 13) enthaltenen Mengen an 1 prozent. Nikotin und Mischungen dieser Lösung mit Nährlösung in den angegebenen Verhältnissen.

Mit Ausnahme der Mischung 4, die aus der Reihe herausfällt, steigt hier die aufgenommene Menge des Giftes mit seiner Konzentration.

Die Feststellung, daß reine Nährlösungen im allgemeinen schneller absorbiert werden als reine oder gemischte Giftlösungen, ist besonders deswegen von Wichtigkeit, weil ein Stocken in der Flüssigkeitszufuhr

Tabelle 13.

Nr.	Mittel	Aufgenommene Mengen in Hundertteilen des Stengelgewichts
1.	1 prozent. Nikotin	247
2.	1 prozent. Nikotinlösung + Nährlösung 3 : 1	231
3.	„ „ „ 1 : 1	195
4.	„ „ „ 1 : 3	206
5.	„ „ „ 1 : 10	180

bald eine Herabsetzung des Turgors der Pflanze zur Folge hat, worauf Blattläuse, wie öfter erwähnt, durch Abwandern reagieren.

Die Symptome der Absorption der angewandten Mittel auf die Versuchspflanzen waren bei den abgeschnittenen Zweigen und Stengeln sowie den bewurzelten Grünkohl-, Kohlrabi- und Bohnenpflanzen nahezu gleichartige. Die Schaderscheinungen begannen in der Regel bei den unteren Blättern und schritten spitzenwärts weiter. Bei den Zweigen der Laubgehölze (Apfel, Birne, Pflaume und Linde) trat, vor allem bei Verwendung von Nikotin, zunächst Braunfärbung der Hauptadern auf, die auf die Nebenadern und schließlich auf das Blattgewebe übergriff, das entweder einheitlich gebräunt oder unregelmäßig fleckig aussah. Eine gute Vorstellung von der Ausbreitung der Blattschäden gibt Abb. 4, die einen mit Nikotin behandelten Schneeballzweig darstellt. Man sieht die von den Adern ausgehende Bräunung des Blattgewebes, die im rechten unteren Blatt schon nahezu vollendet, vom linken unteren Blatt bis zu den oberen Blättern aber in allen Übergängen zu erkennen ist. Oft starben die Blätter auch vom Rande oder von der Spitze aus ab. Die Empfindlichkeit der verschiedenen Gehölzarten gegen die verabreichten Giftstoffe war bei annähernd gleichem Alter der Zweige und Blätter nicht immer gleich. Apfel- und Birnzweige wurden durchweg stärker geschädigt als Pflaumen, während sich Lindenzweige als sehr widerstandsfähig erwiesen. Die Schäden bestanden bei den Kohlpflanzen nur im Vergilben und Schlaffwerden der Blätter, während bei den Bohnen die Blattspitzen und -ränder unter Schwarzfärbung vertrockneten, nachdem sie sich vorher teilweise gerollt hatten. Bei den Bohnen war besonders das Weichwerden des unteren Stengelteils charakteristisch. Er verfärbte sich nach erfolgter Infiltration mit Nikotin schwarz, bei solcher mit Sublimat, Fluor- und Kieselfluornatrium zuerst violett, dann schwärzlich violett (V. 7 und 9), während bei Bariumchlorid eine bräunlich-violette fleckenhafte Verfärbung auftrat. Die Wirkung auf die Wurzeln bestand darin, daß sie in sublimat- bezw. nikotinhaltigen Nährlösungen weich wurden. Sie lösten sich leicht vom Wurzelstock ab und verwandelten sich bei schwachem Druck in eine breiartige Masse.

Anders als bisher geschildert verlief die Schadwirkung bei bewurzelten Apfelbäumchen (V. 1 b.). Hier war eine Abhängigkeit der Nikotinverteilung

in der Pflanze vom Transpirationsstrom deutlich zu erkennen. In den jungen Trieben machten sich die Folgen der Nikotinanreicherung nämlich früher bemerkbar als in den alten Blättern. Ebenso trat die Verfärbung

Abb. 4. Viburnum-Zweig aus einem Nikotinversuch. Das untere rechte Blatt völlig gebräunt. Bei den anderen Blättern von den Nerven ausgehende von den unteren nach den oberen Blättern abnehmende Bräunung des Blattgewebes. (Etwa $^1/_2$ nat. Größe.

der Adern in den Spitzenblättern der stärker belaubten tieferen Seitenzweige früher auf als an den weniger stark belaubten oberen Zweigen derselben Pflanze. Außerdem reagierten die Blutläuse in Kolonien an verholzten Teilen der Bäumchen später auf die Veränderung des Zellsaftes als jene an den grünen unverholzten Trieben. Im übrigen trat auch an den Apfelbäumchen das Bräunen der Haupt- und Nebenadern der Blätter, das Vergilben und Vertrocknen der Blattspitzen, -ränder und -flächen auf. Schließlich wurden die vertrockneten Blätter abgeworfen. Zu erwähnen ist hier noch, daß durch Nikotinabsorption sehr schwer geschädigte Bäumchen sich später zum Teil wieder völlig erholt haben.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß der größte Teil der Versuchspflanzen durch die Aufnahme der Giftstoffe mehr oder minder schwer geschädigt wurde. Konzentrationen der verwendeten Gifte, die für die Pflanze unschädlich waren, übten auch keine Wirkung auf die Versuchstiere aus (V. 5, 6, 8, 10—13, 16). In manchen Fällen blieben die Versuchstiere unbeeinflußt, obwohl eine geringe Schädigung der Pflanzen festzustellen war (V. 11, 12, 16). Nur in zwei Versuchsreihen (V. 3 und 17) trat eine Wirkung der Mittel auf die Versuchstiere ein, ohne daß eine Schädigung der Pflanze zu beobachten war. Für die Ergebnisse dieser Versuche gelten allerdings die bei ihrer Besprechung gemachten Einschränkungen.

B. Ergebnisse der Versuche von A. Müller.

Im folgenden werden nur diejenigen Versuche Müllers berücksichtigt, in denen das Präparat x (= Nikotin) zur Anwendung gelangte. Seine Ergebnisse sind kurz zusammengefaßt diese:

1. Von eingetopften mit Blattläusen befallenen Chrysanthemen waren nach Begießen mit Nikotinlösungen der Konzentrationen 1:100 und 1:250 am 3. Tage viele Blattläuse abgewandert oder tot abgefallen. Nach 7 Tagen waren die Pflanzen von Blattläusen frei. Eine geringere Wirkung wurde durch Begießen mit Nikotinlösungen 1:500 und 1:1000 erzielt. Schädigungen wurden an den behandelten Pflanzen nach 15 Tagen noch nicht bemerkt.[1])

2. Ein getopfter mit Blattläusen stark befallener Asparagus Sprengeri wurde mit 500 ccm einer 1 prozent. Nikotinlösung begossen. Am Tage nach der Behandlung lagen „unzählige tote Blattläuse unter der Pflanze". Ihre Zahl wuchs in den nächsten Tagen, bis nach 11 Tagen keine lebenden Blattläuse mehr an der Pflanze festgestellt wurden. Die Pflanze zeigte nach drei Tagen leichte Welkerscheinungen.[2])

3. Getopfte, von der schwarzen Bohnenlaus befallene, im Freiland stehende Puffbohnen wurden mit je 500 ccm einer Nikotinlösung 1:100, 1:250, 1:500, 1:1000 und 1:2500 begossen. Am Tage nach der Behandlung lagen unter den mit den Lösungen 1:100 und 1:250 begossenen

[1]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 2. 159. 1926.
[2]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 2. 159—160. 1926.

Pflanzen zahlreiche tote Läuse. Nach drei Tagen war die erstere von Läusen völlig frei. Bei der anderen Pflanze war der Befall sehr stark zurückgegangen. Eine deutliche Wirkung zeigte sich auch an der mit einer Lösung 1:500 begossenen Pflanze, während sich die Lösungen 1:1000 und 1:2500 als unwirksam erwiesen. Eine Schädigung der Pflanzen war nach 4 Tagen nicht wahrzunehmen.[1])

4. In einer Versuchsreihe, in der Birnzweige u. a. mit Nikotinlösungen 1:100, 1:250 und 1:500 behandelt wurden, starben im Verlauf von 6 (bezw. 8) Tagen in der Reihenfolge der genannten Konzentrationen 28%, 28% und 36% der an die Zweige gesetzten Goldafterraupen. Schädigungen der Zweige traten bei der stärksten Konzentration nach 2 Tagen und bei der schwächsten nach 8 Tagen auf, während die mittlere Konzentration merkwürdigerweise ohne Einfluß auf den Versuchszweig blieb.[2])

5. 5 Birnzweige wurden in Nikotinlösung 1:250 und nach drei Tagen in Wasser gestellt. Einen Tag darauf wurden alle mit je 50 Goldafterraupen besetzt. An zwei Zweigen waren nach weiteren 3 Tagen 60 bezw. 63% der angesetzten Raupen tot oder sehr schwer vergiftet. Die Zweige selbst wurden durch die aufgenommene Nikotinlösung geschädigt.[3])

6. Das Ergebnis einer 3. Versuchsreihe mit Birnzweigen, in der Nikotinlösungen von 1:250, 1:500 und 1:1000 und als Versuchstiere wieder Goldafterraupen zur Verwendung kamen, faßt Müller dahin zusammen: „Die angewandten Lösungen (1:500 und 1:1000) erwiesen sich als unschädlich für die Zweige; die behandelten Zweige verhielten sich also wie die Kontrollen . . .“ Bei allen Versuchen waren nach einer 5tägigen Fraßperiode mehrere Raupen tot, außerdem wurden stets fast regungslose Exemplare festgestellt . . .[4])

7. 4 Birnzweige wurden in Nikotinlösungen 1:500 und 1:1000 gestellt und nach einer ihrem Gewicht entsprechenden Menge absorbierter Lösung in Wasser gestellt. Nach 8 Tagen waren alle Zweige so geschädigt, daß nur noch 1 Zweig aus der Lösung 1:1000 für den Tierversuch brauchbar war. Von 10 Raupen, die an diesen Zweig gesetzt wurden, waren 3 nach 2 Tagen tot.[5])

Vergleicht man die Ergebnisse Müllers mit meinen Versuchen, dann zeigt sich zunächst, daß bei den 3 ersten Versuchen Müllers (1—3) von einer rein innertherapeutischen Wirkung des Nikotins keine Rede sein kann. Vielmehr wird es sich hier genau wie bei den ersten Versuchen von Thiem und mir großenteils um die Wirkung des verdunsteten Nikotins als Atemgift gehandelt haben. Die Versuche 1—3 sind deshalb, wie Müller gesprächsweise zugab, für eine Beurteilung der Durchführbarkeit einer inneren Heilweise nicht verwertbar. Die Versuche 3—7

[1]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 2. 161—163. 1926.
[2]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 3. 29—32. 1927.
[3]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 3. 32—33. 1927.
[4]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 3. 41—44. 1927.
[5]) Siehe Anz. f. Schädlingskd. 3. 44—45. 1927.

weisen gewisse Übereinstimmungen mit meinen ähnlichen Versuchen auf. Sie zeigen, wie meine Versuche mit Schmetterlingsraupen, daß eine Abtötung von Schädlingen durch von der Pflanze absorbierte Gifte stattfindet, gleichzeitig aber, daß Konzentrationen dieser Gifte, die auf die Schädlinge in unserem Sinne günstig wirken, von der Pflanze nicht vertragen werden. Denn die optimistische Beurteilung des Versuchs 6 durch Müller ist bei genauer Durchsicht seiner Protokolle nicht statthaft. Diese geben vielmehr für fast alle benutzten Zweige die bekannten Schaderscheinungen im Verlauf des Versuchs an. Ein von mir in genau der gleichen Weise (wenn auch zu späterer Jahreszeit) angesetzter Versuch mit Birnzweigen und den Nikotinkonzentrationen 1:500 und 1:1000 (V. 7) ergab ebenfalls an allen Zweigen starke Schädigungen. Ferner hat Müller selbst in seinem Versuch 7, der mit den gleichen Konzentrationen und den gleichen Versuchspflanzen durchgeführt wurde, starke Schädigungen erzielt, denn nach 8 Tagen „erwies sich nur noch 1 Zweig für den Tierversuch brauchbar".

V. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Das von Müller beobachtete Zugrundegehen von Blattläusen auf mit Nikotinlösungen begossenen Pflanzen beruht zum großen Teil nicht auf innertherapeutischer Wirkung, sondern auf Vergiftungserscheinungen durch verdunstetes Nikotin. — Von den Pflanzen in Dosis tolerata absorbierte Mengen von nikotin-, sublimat-, chlorthymol-, fluornatrium- und bariumchloridhaltigen Nährlösungen wurde auch von den Versuchstieren gut vertragen (V. 5, 6, 8, 10—13, 16). — Wo eine befriedigende Giftwirkung auf die Versuchstiere festzustellen war, ging sie in fast allen Fällen mit größeren oder geringeren Schädigungen der Pflanzen einher (V. 4—9, 11, 13—15). — Starke Kaligaben vermögen die Resistenz anfälliger Bohnenpflanzen gegenüber Blattläusen nicht zu erhöhen (V. 13). — Von Rebtrieben absorbierte Nikotinlösungen, deren Anwesenheit im normalen Blattgewebe nachgewiesen wurde, drangen im Verlauf von 7 Tagen nicht bis in das Gallengewebe von Reblausblattgallen vor. Die in den Gallen saugenden Rebläuse wurden daher durch das Nikotin in keiner Weise schädlich beeinflußt.

Abschließend läßt sich auf Grund aller bisherigen Versuche sagen, daß die Möglichkeit der Bekämpfung von gewissen tierischen Schädlingen, insbesondere solchen mit beißenden Mundwerkzeugen, auf dem Wege der Aufnahme giftiger Stoffe durch die befallene Pflanze besteht, daß aber von den bisher benutzten Stoffen vorläufig keiner die Bedingung für die praktische Verwendbarkeit erfüllt, unter Wahrung der Gesundheit der Pflanze abschreckend oder abtötend auf ihre Parasiten zu wirken. Solange wirtschaftlich anwendbare Stoffe dieser Eigenschaften nicht gefunden werden, was die Aufgabe weiterer Forschungen wäre, ist es unangebracht, übertriebene Erwartungen an diese Art der Schädlingsbekämpfung zu knüpfen.

Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel.

Zugleich ein Beitrag über das Ausbreitungsvermögen von Insektiziden.

Von

H. Thiem und **L. Kalandadze.**

(Aus der Biologischen Reichsanstalt Zweigstelle Naumburg a. S.)

Das Petroleum leistet als Kontaktgift wertvolle Dienste gegen weichhäutige und zarte Insekten mit beißenden und saugenden Mundwerkzeugen, z. B. gegen Raupen, Blatt- und Schildläuse. In Frage kommt hierfür Roh- und gereinigtes Petroleum. Letzteres wird hauptsächlich zur Herstellung von Emulsionen und Gemischen verwendet. Von den Emulsionen sind am bekanntesten Petroleum-Seifenbrühe und Petroleum-Kalkbrühe. Beide haben auch Hollrung[1]) erstmalig um 1877 zur Bekämpfung von Schädlingen Anwendung gefunden; erstere durch Cooke, letztere durch Galloway gegen Blattläuse.

Das unverdünnte Petroleum wurde als Schädlingsbekämpfungsmittel erstmalig von J. B. Smith[2]) verwendet. Er behandelte mit gutem Erfolge von der San José-Laus (*Aspidiotus perniciosus*) befallene Bäume während deren Ruhezustand. Die Behandlung belaubter Bäume hatte für letztere beträchtliche Schädigungen zur Folge. Später hat Slingerland[3]) beobachtet, daß mit Petroleum behandelte Eier von *Psylla piricola* nicht zugrunde gehen.

In Deutschland hat Petroleum auf Vorschlag des Garteninspektors Ritter vor allem zur Bekämpfung der Reblaus Verwendung gefunden. Anfänglich wurden damit die Reblausherde oberflächlich überbraust, sowie Geräte und Schuhe gereinigt, später ist das Petroleum zusammen mit Schwefelkohlenstoff zum Angießen der Stümpfe abgeschlagener Rebstöcke benutzt worden. In der Provinz Sachsen z. B. gebrauchte man für die Behandlung je eines Rebstockes 1—3 l Petroleum und 175 g Schwefelkohlenstoff, ferner für die oberflächliche Behandlung des Bodens um den Stock herum $^1/_2$ l Petroleum.[4])

---

[1]) Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, 1914.

[2]) Bull. 178. New Yersey 1904 (nach Hollrung, 1914).

[3]) Bull. 44 d. Versuchsstation d. Cornell-Universität (nach Hollrung, 1914).

[4]) 12. Denkschrift betr. Bekämpfung der Reblaus 1889/1890, S. 48.

Als man erkannte, daß sich mit Schwefelkohlenstoff allein gute Ergebnisse erzielen ließen und daß dabei das Abhacken der Rebstöcke sowie das Aushauen der Rebstümpfe eingespart werden konnte, verlor das Petroleum für die Bekämpfung der Reblaus an Bedeutung. Schließlich fand es, wie anfänglich, lediglich zur Reinigung der Schuhe und Geräte sowie zur oberflächlichen Behandlung von Reblausherden Verwendung. Gegenwärtig ist in Deutschland das Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel durch Kresol und Saprosol, vor allem aber durch die Schwefelkohlenstoff-Tetrachloräthan-Sapikat-Emulsion verdrängt worden. In der Schweiz wird es noch verwendet.[1])

In Deutschland waren für die Vernachlässigung des Petroleums als Reblausbekämpfungsmittel vor allem die in den Jahren 1900—1902 zur Durchführung gelangten Untersuchungen von J. Moritz[2]) maßgebend, der mit Rebläusen besetzte Wurzelstöcke während verschiedener Zeitdauer in Petroleum von verschiedener Temperatur getaucht und in einzelnen Fällen die Wurzelstöcke vor oder nach der Behandlung mehr oder weniger lange in Wasser gespült hatte. Das Gesamtergebnis aus den zahlreichen Versuchen von Moritz lautete: Petroleum ist „bei der Bekämpfung der Reblaus keineswegs als ein unbedingt zuverlässiges Desinfektionsmittel anzusehen"; selbst ein 20stündiges Tauchen in Petroleum genügt nicht, „um mit Sicherheit alle davon betroffenen Rebläuse und namentlich deren Eier sogleich zu töten".[3])

Moritz hatte sich bereits in den Jahren 1888—1890 mit eingehenden Untersuchungen über Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel beschäftigt[4]) und eine Reihe wertvoller Freilandversuche durchgeführt, die mit Bezug auf die reblaustödlichen Eigenschaften des Petroleums als nicht unbefriedigend bewertet worden sind. Andernfalls hätte man wohl schon damals von der Verwendung des Petroleums im praktischen Reblausbekämpfungsdienst abraten müssen.

So hatte das Überbrausen von Lößboden mit Petroleum ergeben, daß alle Rebläuse bis zu einer Bodentiefe von 4 cm getötet wurden, gleichgültig ob der Boden mit Steinen bedeckt war oder nicht und ob 1 oder 2 l Petroleum je Quadratmeter zur Anwendung gekommen waren (S. 48). Hiermit stimmten die Ergebnisse ähnlicher Versuche vom darauffolgenden Jahre (1890) überein. Es ist jedoch ausdrücklich bemerkt worden, daß in dem oberflächlich nicht mit Steinen bedeckten Boden an in geringer

---

[1]) 37. Denkschrift betr. die Bekämpfung der Reblaus 1915—1923 u. 1924, Berlin 1925, S. 135, § 17.

[2]) J. Moritz, Beobachtungen u. Versuche, betr. die Reblaus *Phylloxera vastatrix* Pl. und deren Bekämpfung. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt, Bd. VI, 1908, S. 545—556.

[3]) J. Moritz, dieselbe Arbeit S. 556 u. 554.

[4]) J. Moritz, Beobachtungen und Versuche, betr. die Reblaus *Phylloxera vastatrix* Pl. und deren Bekämpfung. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. VIII, 1893.

Tiefe eingegrabenen Wurzeln einige Eier noch lebend gewesen seien (S. 56). In zwei weiteren Versuchsreihen wurde je 1 qm Erde mit 1 bezw. 2 l Petroleum gleichmäßig durchtränkt und hierauf mit reblausverseuchten Wurzeln versehen. In beiden Fällen waren die Rebläuse getötet worden; in dem mit 1 l Petroleum ausgeführten Versuch wurden aber „zwei, dem Anscheine nach noch lebende Eier beobachtet" (S. 59). Ferner waren auf sandigem Lößboden Petroleum-Überbrausungen mit unmittelbar nachfolgender sowie unmittelbar vorhergegangener Wässerung der betreffenden Versuchspflanzen zur Durchführung gekommen mit dem Ergebnis, daß unter gleichen Bodenverhältnissen die erstere Maßnahme, bezw. ein nach dem Verfahren eintretender Regen nicht nur nicht schaden, sondern vielmehr dessen Wirksamkeit beträchtlich erhöhen, während dagegen eine vorausgegangene Wässerung bezw. ein dem Überbrausen mit Petroleum vorausgegangener Regen die Wirksamkeit des Verfahrens bedeutend beeinträchtigen kann (S. 52).

Mit Bezug auf diese letzteren, unter sich ziemlich ungleichwertigen Versuche muß bemerkt werden, daß die Schlußfolgerung nicht ausreichend begründet erscheint, worauf später eingegangen werden soll. Moritz, der die Versuchsergebnisse im allgemeinen am 6. und 7. Tage nach erfolgter Petroleumbehandlung abgenommen hat, konnte oberflächlich in keinem einzigen Fall lebende Rebläuse feststellen.[1])

Gleichfalls von Interesse sind die Untersuchungen von Moritz über die Wirkung des Petroleums, wenn künstlich verseuchte Rebstämme oberflächlich am Stammhals mit je 1 oder 2 l Petroleum angegossen wurden. Hierbei zeigte sich, daß die 30 oder 40 cm tief gelegenen verseuchten Versuchswurzeln sowie die Rebstöcke in voller Ausdehnung (einer derselben war 50 cm lang) deutlich nach Petroleum rochen und daß alle Rebläuse, auch die auf scheinbar gut erhaltenen Nodositäten sitzenden, tot, zahlreiche Eier jedoch lebend waren. Im Hinblick auf das letztere Ergebnis vermutet Moritz, daß die größere Widerstandsfähigkeit der Reblauseier die Ursache sei, „daß manchmal an mit Petroleum angegossenen Weinstöcken nach einiger Zeit wieder lebende Rebläuse angetroffen werden" (S. 60).

Dieser kurze Rückblick auf den Verlauf der von Moritz zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Untersuchungen über die reblaustötenden Eigenschaften des Petroleums lehrt, daß die Versuche aus den Jahren 1900 bis 1902 zu keinem anderen Ergebnis geführt haben, als es in bereits 10 Jahre früher vorlag. Ferner ist aufgefallen, daß in allen den Fällen, in denen am Leben gebliebene Reblauseier festgestellt worden sind, auf den Versuchs-

[1]) In der Tabelle S. 51 steht von Vers. b_5 der 3. Versuchsreihe allerdings: „1 bis 3 cm tot 0 %." Da jedoch der Verfasser im Text mit keinem Wort auf dieses auffällige Ergebnis zu sprechen kommt, vielmehr ohne Einschränkung ausführt, daß in allen Petroleumvers. die Läuse oberflächlich getötet worden seien, darf angenommen werden, daß hier ein Druckfehler vorliegt, und daß es nicht 0 %, sondern 100 % heißen muß.

wurzeln niemals frisch geschlüpfte Jungläuse vorhanden waren. Da andererseits die Tauchversuche mit einer zumeist kleinen Anzahl von Läusen zur Durchführung gekommen waren, erschien es notwendig, einen Teil der Versuche unter einheitlicherer Gestaltung der Versuchsbedingungen nachzuprüfen. Hierzu reizte vor allem auch die Feststellung von Moritz, daß die Wirkung des Petroleums von der Versuchsdauer unabhängig sein soll, sowie die Tatsache, daß, wie bereits erwähnt, in der Schweiz Petroleum weiterhin zur Bekämpfung der Reblaus beibehalten worden ist. Für Rußland, das über so große Mengen von Petroleum verfügt, ist Petroleum eines der wertvollsten und billigsten Schädlingsbekämpfungsmittel.

Eigene Versuche.

Allgemeines. Als Versuchsmaterial dienten käufliches amerikanisches Leucht- (Lampen-) Petroleum von wasserklarem Aussehen sowie 7—10 cm lange, meist von sehr zahlreichen Rebläusen und Reblauseiern besetzte Rebwurzelstücke.

Zur Durchführung kamen zunächst während verschiedener Zeitdauer Tauchversuche bei + 2,5° und + 14,3° C, indem die Wurzelstücke zum Teil ohne, zum Teil mit Vorwässerung von etwa 25 Min. zur Behandlung gelangten. Das Untertauchen in Petroleum erfolgte, nachdem das Wasser von den Wurzeln gut abgetropft war. Nach der Behandlung wurden die Wurzelstücke einzeln in Blumentöpfen zwischen feuchtem Torfmoos aufbewahrt.

Die Untersuchung der behandelten Wurzelstücke bezw. Läuse und Eier fand erstmalig in der Regel 1 Tag nach Ausführung der Versuche statt. Eine frühere Untersuchung erübrigte sich, da die Läuse in den meisten Fällen (auch gegenüber anderen Reblausbekämpfungsmitteln, z. B. Schwefelkohlenstoff) sich innerhalb weniger Stunden kaum verändern. Nach längerer Wartezeit unterscheiden sich die abgestorbenen Läuse von den am Leben gebliebenen deutlich dadurch, daß erstere mißfarbig rotbraun, später dunkelbraun bis schwarz gefärbt sind und einen ausgezogenen walzenförmig runden Hinterleib besitzen, während der eingezogene Hinterleib lebender Läuse abgeplattet ist. Die mikroskopische Untersuchung kann dann auf die von einem geübten Auge leicht herauszufindenden verdächtigen Formen beschränkt werden. Zu diesem Zwecke werden letztere auf einen Objektträger in einen Tropfen Wasser von Zimmertemperatur gebracht und unter dem Mikroskop beobachtet. Lassen die Läuse nach längerer Beobachtung keinerlei Anzeichen von Leben erkennen, so wird das Präparat über der Sparflamme eines Bunsenbrenners vorsichtig leicht erwärmt und darauf nochmals untersucht. Die am Leben gebliebenen Läuse reagieren auf den Wärmereiz durch Bewegen der Beine und Fühler gewöhnlich sehr schnell. Geschieht das nicht, so sind die betreffenden Läuse vermutlich tot. Gewißheit wird erlangt, wenn

nach Moritz[1]) die mit einem Deckgläschen bedeckten Läuse leicht gedrückt werden. Tritt daraufhin gleichmäßig fließend ein gleichartig gekörnelter Leibesinhalt aus, so sind die Läuse noch am Leben gewesen. Das ist nicht der Fall, wenn erst auf stärkeren Druck hin die Leibesflüssigkeit gallertartig, d. h. ohne zu verfließen, austritt, oder wenn der aus verschieden großen Fettkügelchen bestehende dünnflüssige Leibesinhalt sich rasch ausbreitet, oder wenn das Tier bereits vertrocknet war und das Hautskelett der Läuse scherbenartig zerspringt.

Abgestorbene Reblauseier besitzen im Gegensatz zu entwicklungsfähigen gesunden Eiern einen geronnenen, stückigen (koagulierten) Inhalt; die Eier schrumpfen allmählich zusammen und trocknen schließlich ganz ein. Da die Veränderung der Eier in den ersten Tagen nach der Behandlung nicht mit der gleichen Sicherheit wie bei den Läusen festgestellt werden kann, wurden je Versuch etwa 30—40 Eier in eine sogenannte „feuchte Kammer" gebracht und im Thermostat längere Zeit beobachtet. Die feuchte Kammer bestand aus 2 Objektträgern, zwischen denen ein feuchtes, zur Aufbewahrung der Eier mit mehreren Löchern versehenes dickes Stück Pappe lag. Um die Verpilzung der Eier zu verhüten, sind Objektträger und Pappe zuvor in kochendem Wasser sterilisiert worden. Die Kontrolle der solchermaßen behandelten Eier erfolgte täglich, indem jeweils die Zahl der frisch geschlüpften Läuse festgestellt wurde. Zu erwähnen ist noch, daß natürlich auch das Verhalten der auf den Versuchswurzelstücken verbliebenen Eier fortlaufend beobachtet worden ist; insonderheit wurde sorgfältig darauf geachtet, ob sich Jungläuse auf den Petroleumwurzeln festzusaugen und zu entwickeln vermochten.

Verlauf. Aus Tabelle I geht hervor, daß die bei + 2,5° und 14,3° C ausgeführten Petroleumversuche (Nr. 1—12) übereinstimmend ausgefallen sind. Dieses beweist, daß innerhalb der Versuchsbedingungen die insektizide Eigenschaft des Petroleums durch die verschiedenen Temperaturen nicht geändert worden ist. Hierin unterscheidet sich Petroleum von vielen anderen Pflanzenschutzmitteln, z. B. von Schwefelkohlenstoff, der bekanntlich bei niederer Temperatur bedeutend schwächer wirkt als bei höherer.[2])

Daß die Wirkung des Petroleums von seiner Einwirkungsdauer unabhängig ist, geht daraus hervor, daß auf allen während 3 Sekunden bis 24 Stunden in Petroleum untergetauchten reblausverseuchten Wurzelstücken sämtliche Jung- und Altläuse, einschließlich Nymphen, zugrunde gegangen und gleichmäßig die behandelten Reblauseier zu einem erheblichen Teil entwicklungsfähig geblieben sind. Eine Erklärung für die Ursache dieser zunächst sehr auffälligen Feststellung wird später mitgeteilt werden.

---

[1]) J. Moritz, Beobachtungen und Versuche, betr. die Reblaus *Phylloxera vastatrix* Pl. und deren Bekämpfung. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Bd. VIII. 1893, S. 554—556. (Sonderabdruck S. 53/54.)

[2]) Thiem, H., Über die Entseuchung von Böden und Reben. Der Deutsche Weinbau, 6. Jahrg., 1927, S. 3—4.

Tabelle I.

Tauchversuche über die Einwirkung von Petroleum auf Rebläuse und Reblauseier.

Tag der Ausführung: 17. 11. 1927.

Erklärung der Abkürzungen: + = lebend (der Bruch hinter dem + gibt die geschätzte Anzahl der am Leben gebliebenen Rebläuse bezw. Reblauseier an). — = tot. a) = Rebläuse verschiedener Entwicklungszustände einschließlich Nymphen. b) = Reblauseier. vz) = vereinzelte Reblauseier entwicklungsfähig.

Lfde. Nr.	Art der Durchführung	Dauer der Einwirkung	Ergebnisse nach 19 Stunden a)	19 Stunden b)	7 Tagen a)	7 Tagen b)	10 Tagen a)	10 Tagen b)	19 Tagen a)	19 Tagen b)	Beobachtungen über das Verhalten der geschlüpften Jungläuse
1.	Ohne Vorwässerung der Wurzeln, Temperatur des Petroleums 2,5° C	3 Sek.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	3 am 28. 11. geschlüpfte Läuse am 29. 11. tot.
2.		1 Min	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
3.		5 Min.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
4.		30 Min.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
5.		6 Std.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	+ vz)	
6.		24 Std.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
7.	Ohne Vorwässerung der Wurzeln, Temperatur des Petroleums 14,3° C	3 Sek.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	+ vz)	Je 2 am 28. 11. geschlüpfte Läuse am 29. 11. tot.
8.		1 Min.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
9.		5 Min.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	1 am 28. 11. geschlüpfte Laus am 29. 11. tot.
10.		30 Min.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
11.		6 Std.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
12.		24 Std.	—	+3/4	—	+1/2	—	+1/4	—	—	
13.	Mit Vorwässerung der Wurzeln, Temperatur des Petroleums 14,3° C	3 Sek.	—	+4/5	—	+3/4	—	+3/4	—	+ vz)	Die vom 24. 11. ab geschlüpften Läuse waren jeweils nach 2 Tagen tot.
14.		1 Min.	—	+4/5	—	+3/4	—	+3/4	—	+ vz)	
15.		5 Min.	—	+4/5	—	+3/4	—	+3/4	—	+ vz)	
16.		30 Min.	—	+4/5	—	+3/4	—	+3/4	—	+ vz)	
17.		6 Std.	—	+4/5	—	+3/4	—	+3/4	—	+ vz)	
18.		24 Std.	—	+4/5	—	+3/4	—	+3/4	—	+ vz)	
19.	Kontrolle, unbehandelt		+	+	+7/8	+7/8	+7/8	+7/8	+4/5	+4/5	Während der Versuchsdauer schlüpften täglich Läuse, die sich normal entwickelten.

Hier ist vor allem darauf hinzuweisen, daß zwischen den Versuchsergebnissen von Moritz und den unsrigen ein Unterschied insofern zu bestehen scheint, als Moritz in seinen Tauchversuchen sehr oft noch lebende Rebläuse fesstellte, während in unseren Versuchen dieselben stets zugrunde gegangen waren.

Mit Bezug auf die Versuche von Moritz ist noch zu bemerken, daß sie zum großen Teil zu frühzeitig untersucht und die Beobachtungen nicht lange genug ausgedehnt wurden. Moritz hat das wohl selbst bemerkt; denn in der Zusammenfassung seiner Ergebnisse sagt er, daß man sich mit einer „unmittelbar nach der Anwendung des betreffenden Mittels" erfolgten Beurteilung nicht begnügen dürfe, es sei vielmehr erforderlich, diese Prüfung erst nach Verlauf einer gewissen Zeit vorzunehmen oder, falls diese frühzeitig erfolgt sei, zu wiederholen. Vergleicht man daraufhin die 32 von Moritz durchgeführten Tauchversuche, so ergibt sich Folgendes: 5 Versuche mit einer Einwirkungsdauer von wenigen Sekunden bis zu $23^1/_2$ Stunden, bei denen lebende Rebläuse festgestellt worden sind, kamen sofort und bis zum Ablauf von 45 Minuten nach erfolgter Behandlung zur Untersuchung; 11 Versuche mit einer Einwirkungsdauer von wenigen Sekunden bis zu 24 Stunden untersuchte er 1 und 2 Tage nach erfolgter Behandlung. In 9 Fällen stellte Moritz noch lebende ältere Rebläuse fest. Selbst bei einer 3tägigen Wartezeit waren die Ergebnisse wechselnd. In 3 Versuchen, die Moritz nach Ablauf von 3 Tagen seit der Behandlung kontrollierte, waren in 2 Fällen einzelne Rebläuse am Leben. Dasselbe war der Fall in 4 Versuchen, die längere Zeit hindurch beobachtet worden sind. Am Schluß waren aber sämtliche Rebläuse zugrunde gegangen. In einigen Fällen hat Moritz einzelne Läuse von normalem Aussehen und mit deutlichen Lebensäußerungen (Bewegung der Beine) in Zucht genommen und festgestellt, daß dieselben nicht lebensfähig waren. Ausnahmslos tot waren die Rebläuse in 13 Versuchen, die später als 3 Tage nach Ausführung der Behandlung untersucht worden sind. Die Versuche hatten eine Einwirkungsdauer von einigen wenigen Sekunden bis zu 35 Minuten.

Mit diesen Beobachtungen stimmen auch die Ergebnisse der Freilandversuche von Moritz aus den Jahren 1888—1890 insofern überein, als mit Sicherheit in keinem einzigen Fall mit Petroleum benetzte Rebläuse am Leben geblieben waren. Die Prüfung der Freilandversuche wurde im allgemeinen am 6. und 7. Tage nach erfolgter Behandlung ausgeführt.

Diese Feststellungen werden durch die Ergebnisse unserer Versuche bestätigt. Ein Unterschied besteht nur darin, daß im Gegensatz zu den Beobachtungen von Moritz schon 19 Stunden nach der Behandlung die Rebläuse aller Entwicklungszustände, einschließlich Nymphen, restlos zugrunde gegangen waren. Ob diese unterschiedliche Wirkung an der Petroleum-Sorte gelegen hat, was nicht unwahrscheinlich ist, oder ob sie auf den verschiedenen Versuchsbedingungen beruht, bedarf noch der

Klärung, ist in diesem Zusammenhange jedoch nicht so wesentlich wie die Feststellung, daß die Ergebnisse der von Moritz ausgeführten Freiland- und Laboratoriumsversuche bei genügend langer Beobachtungszeit mit unseren Versuchen im Prinzip übereinstimmen: Die in Petroleum untergetauchten oder von diesem Mittel benetzten Reblläuse aller Entwicklungszustände gehen im Laufe einiger weniger Tage zugrunde.

Die Versuchsergebnisse stimmen auch darin überein, daß die Reblauseier gegen Petroleum viel widerstandsfähiger sind als die Läuse und daß sie trotz längerer Benetzung mit Petroleum zum Teil entwicklungsfähig bleiben. In dieser Hinsicht war die Abhängigkeit der Ergebnisse vom Feuchtigkeitszustand der Versuchswurzelstücke, bezw. der Reblauseier auffällig. Ein Vergleich der Versuche 13—18 und 7—12 der Tabelle I ergibt, daß durch Wässerung der Wurzelstücke vor der Behandlung die Wirkung des Petroleums herabgedrückt worden ist. In 3 von 6 Versuchen ohne Wässerung waren auf den behandelten Wurzeln insgesamt 5 Jungläuse geschlüpft, während in jedem der 6 Versuche mit Wässerung stets mehrere Jungläuse beobachtet werden konnten. In der feuchten Kammer (Tab. II) waren in den entsprechenden Versuchen ohne Wässerung zusammen 17, in denen mit Wässerung 64 Läuse geschlüpft. Auf jeden Versuch ohne Wässerung kamen mithin im Durchschnitt 2,8, auf jeden mit Wässerung 10,7 Läuse. Durch die Wässerung der reblausverseuchten Rebwurzeln ist also die Wirkung des Petroleums auf die Reblauseier um das 4fache gemindert worden. Der Grund hierfür kann nur darin gesehen werden, daß die Eier durch die Vorbehandlung von einer wässerigen Hülle umgeben werden, die sie vor einer völligen Benetzung mit Petroleum schützt.

Aus den Tauchversuchen der Tabelle I geht ferner hervor, daß auf den gewässerten Wurzeln die Läuse schon am 7. Tage nach der Behandlung mit Petroleum, die auf den nicht gewässerten erst 11 Tage danach geschlüpft sind. Im Prinzip ist dasselbe in der feuchten Kammer festgestellt worden (Tab. II). Während aus den vor der Behandlung gewässerten Reblauseiern (Nr. 13—18) wie in der Kontrolle (Nr. 19) bereits nach 2 Tagen Jungläuse erschienen, schlüpften in den nicht vorgewässerten Versuchen (Nr. 1—12) die ersten nach dem 3. Tage. In den Versuchen 1—12 und in der Kontrolle schlüpfte die Mehrzahl der Jungläuse am 4., in den Versuchen 7—12 am 3. und 4., in den Versuchen 13—18 am 2. und 3. Tag. Das verzögerte Erscheinen der Jungläuse ist wohl so zu erklären, daß in den Versuchen ohne Vorwässerung die in der Entwicklung fortgeschrittneren Reblauseier durch die Behandlung getötet wurden, während sie in den Versuchen mit Vorwässerung erhalten blieben. Eine verlangsamte Entwicklung der behandelten nicht vorgewässerten Eier liegt deshalb nicht vor, weil in allen Versuchen, einschließlich Kontrolle, mit dem 7. Tage nach der Behandlung die Zahl der geschlüpften Läuse deutlich abgenommen

Tabelle II.

Versuche über die Entwicklung von in Petroleum untergetauchten Reblauseiern in der „feuchten Kammer".

Jeder Versuch wurde mit 30—40 Reblauseiern durchgeführt.

Tag der Ausführung: 17. 11. 1927.

Lfde. Nr.	Art der Durchführung	Dauer der Einwirkung	Anzahl der geschlüpften Rebläuse nach 2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	10 Tagen	Zusammen	
1.	Ohne Vorwässerung	3 Sek.	0	2	1	1	0	4	
2.	der Wurzeln,	1 Min.	0	0	2	0	0	2	
3.	Temperatur	5 Min.	0	0	1	1	0	2	
4.	des Petroleums	30 Min.	0	0	1	0	0	1	
5.	+ 2,5° C	6 Std.	0	0	0	0	0	0	
6.		24 Std.	0	0	0	0	0	0	
		Zus.	0	2	5	2	0	9	
7.	Ohne Vorwässerung	3 Sek.	0	0	2	2	0	4	Alle Jungläuse starben binnen 1 Tag nach dem Schlüpfen.
8.	der Wurzeln,	1 Min.	0	1	2	0	0	3	
9.	Temperatur	5 Min.	0	2	2	0	0	4	
10.	des Petroleums	30 Min.	0	1	0	0	0	1	
11.	+ 14,3° C	6 Std.	0	2	1	1	0	4	
12.		24 Std.	0	1	0	0	0	1	
		Zus.	0	7	7	3	0	17	
13.	Mit Vorwässerung	3 Sek.	0	2	0	4	0	6	
14.	der Wurzeln,	1 Min.	2	5	1	0	0	8	
15.	Temperatur	5 Min.	5	2	2	0	0	9	
16.	des Petroleums	30 Min.	6	3	4	1	0	14	
17.	+ 14,3° C	6 Std.	2	4	3	0	0	9	
18.		24 Std.	8	7	2	1	0	18	
		Zus.	23	23	12	6	0	64	Die geschlüpften Läuse starben nach 3 Tagen.
19.	Kontrolle, Wurzeln unbehandelt		3	7	24	2	0	36	

hat und nach Ablauf von 10 Tagen keine Läuse mehr erschienen sind In den Versuchen 1—12 ist also das spätere Schlüpfen von Läusen lediglich die Folge stärkerer insektizider Wirkung des Petroleums.

Beim Vergleich der Tabellen I und II fällt weiterhin auf, daß in den Versuchen 1—12 der Tab. I die Zahl der vorgefundenen lebensfähigen Eier nach 19 Stunden auf $^3/_4$, nach 7 Tagen auf $^1/_2$, nach 10 Tagen auf $^1/_4$ geschätzt worden ist. In den Versuchen 13—18 war eine noch größere Anzahl von gesunden Eiern vorhanden. Vergegenwärtigt man

sich aber, daß nach Tab. II von den behandelten Eiern eine sehr viel kleinere Anzahl zur Entwicklung gelangt — im Höchstfalle 18 Eier (Vers. 18), d. i. etwa die Hälfte — so muß man annehmen, daß viele Eier erst sehr allmählich zugrunde gehen und daß dieselben infolgedessen lange Zeit beobachtet werden müssen, wenn keine Fehlergebnisse entstehen sollen. Was in dieser Hinsicht über die Untersuchung von Reblläusen ausgeführt worden ist, trifft auch auf die Kontrolle der Reblauseier zu, doch sind hier die Beobachtungszeiten sehr viel länger auszudehnen. Das sicherste Ergebnis wird ohne Zweifel durch die Inzuchtnahme der behandelten Eier erhalten. Das Verfließen des Eiinhaltes durch Zerdrücken der Eier auf Fließpapier ist nach dem Gesagten kein zuverlässiges Merkmal, da derartige Eier unter Umständen noch nach Ablauf einer Reihe von Tagen zugrunde gehen.

Die unzweifelhafte Feststellung, daß die Benetzung der verseuchten Wurzeln mit Wasser vor ihrer Behandlung mit Petroleum die Wirkung des letzteren besonders auf die Reblauseier nicht unerheblich herabsetzt[1]), ist für die Praxis der Reblausbekämpfung sehr bedeutungsvoll, da am Tage der Behandlung Erde und Rebwurzeln infolge vorhergegangener Niederschläge naß sein können. Es drängen sich deshalb die Fragen auf: Sind die aus den mit Petroleum behandelten Eiern geschlüpften Jungläuse lebensfähig? Gehen sie kurz nach der Geburt zugrunde oder vermögen sie sich auf gesunden Rebwurzeln normal zu entwickeln? Moritz hat diese Fragen experimentell nicht beantwortet. Er hat lediglich vermutet, es sei „nicht ausgeschlossen, daß die ihnen (den Reblauseiern) entstammenden Rebläuse sich normal weiter entwickeln, wenn ihnen Gelegenheit zur Ansiedlung an gesunden Wurzeln geboten wird". [2])

Diese Vermutung ist durch folgende Versuche bestätigt worden: Mit zahlreichen Eiern besetzte Wurzelstücke wurden eine Stunde lang in Petroleum getaucht und nach Abtropfen desselben in feuchtem Moos aufbewahrt. Am folgenden Tage sind mit diesen Petroleum-Eiern in feuchten Lehm eingebettete, gut erhaltene Vinifera-Wurzeln besetzt worden. Die fortlaufende Beobachtung der Kulturen ergab, daß von etwa 85 Eiern 42 zur Entwicklung gekommen sind. Die ersten Läuse waren am 3. Tage nach der Infektion geschlüpft. Nach 8 Tagen hatten sich alle Läuse festgesogen, so daß bereits nach 18 Tagen die ersten neuen Eigelege vorhanden waren. In dem mit unbehandelten Reblauseiern ausgeführten Kontrollversuch hatten sich von insgesamt 200 Eiern etwa 90 entwickelt. Am ersten Tage nach erfolgter Infektion der Wurzeln sind 28 Jungläuse geschlüpft. Nach Ablauf von 8 Tagen hatten sich alle Läuse festgesogen, so daß nach 15 Tagen die ersten Eier festgestellt werden konnten.

---

[1]) J. Moritz, Beobachtungen und Versuche betr. die Reblaus *Phylloxera vastatrix* Pl. und deren Bekämpfung. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Bd. VIII, 1893, S. 556.

[2]) S. S. 323, Anm. 1, S. 554 u. 556.

Der Versuch zeigt, daß die aus in Petroleum untergetauchten Reblauseiern geschlüpften Jungläuse sich normal verhalten und, entsprechend der Vermutung von Moritz, sich auf gesunden Rebwurzeln zu entwickeln vermögen.

Zufolge dieser Feststellung wurde die Frage aufgeworfen, ob die der Vernichtung entgangenen Jungläuse in dem mit Petroleum durchnäßten Erdboden zu leben in der Lage sind. Bleiben die Rebwurzeln im Bereich des Petroleums derart gesund und frisch, daß sie erneut von Rebläusen besiedelt werden können oder werden die Wurzeln dadurch, daß sie den „Geruch" des Petroleums annehmen, praktisch besiedlungsunfähig? Die Klärung dieser Frage war um so mehr geboten, als sich aus den bisherigen Versuchen ergeben hatte, daß auf den untergetaucht gewesenen Wurzeln die nach der Petroleumbehandlung frisch geschlüpften Läuse in allen Fällen restlos zugrunde gegangen sind. Die Jungläuse liefen auf den betreffenden Wurzeln sehr langsam hin und her und starben unweit von ihrem Geburtsort. Auch auf den mit Wasser vorgespülten Wurzeln sind niemals Jungläuse zur Entwicklung gekommen (Tab. I, Vers. 13—18), während sich in dem Kontrollversuch alle Jungläuse bald festsogen und normal entwickelten (Tab. I, Vers. 19).[1])

Diese Beobachtungen ließen bereits erkennen, daß die Möglichkeit der erneuten Besiedlung von Rebwurzeln in mit Petroleum behandelten Boden praktisch kaum gegeben ist, wenn die Wurzeln mit Petroleum benetzt gewesen sind.

Zur weiteren Klärung der Sachlage dienten folgende Versuche: In feuchtem Moos eingeschlagene reblausverseuchte Wurzelstücke wurden etwa 20 cm über einem mit Petroleum getränkter Erde gefüllten kleinen Blumentopf aufgehängt. Darüber war je ein Glasgefäß (11 : 13 : 27 cm) gestülpt worden, dessen Deckel luftdicht schloß. Nach 1—6 tägigem Verbleiben wurden die Wurzelstücke in der üblichen Weise aufbewahrt und untersucht. Es stellte sich dabei heraus, daß bis auf die Nymphen die Läuse aller Stadien tot und die Eier am Leben geblieben waren (Tab. III, Vers. 1—3), während im Kontrollversuch, in dem die verlausten Wurzeln während 6 Tagen in einem geschlossenen Glasgefäß gehalten worden waren, sich die Rebläuse normal entwickelt hatten (Tab. III, Nr. 5).

Das Ergebnis dieser Versuche war zunächst überraschend. Lag eine Gaswirkung des Petroleums vor oder war durch das auf dem feuchten Moos niedergeschlagene Petroleum eine direkte Einwirkung auf die Läuse zustande gekommen? Der zu diesem Zwecke angestellte Versuch 4, in dem die Wurzeln während der Versuchsdauer nicht in Moos eingeschlagen waren, zeigte dasselbe Ergebnis wie der unter gleichen Umständen an-

[1]) Die diesbezüglichen Ergebnisse in den feuchten Kammern können hier nicht zum Vergleich herangezogen werden, da in denselben die Rebläuse aus Mangel an Nahrung gestorben sind.

Tabelle III.

Versuche über die Einwirkung von Petroleum auf Rebläuse und Reblauseier über mit Petroleum gesättigter Erde.

Tag der Ausführung: Vers. 1—5 am 25. 11., Vers. 6—12 am 28. 11. 1927.

Erklärung der Abkürzungen: + = lebend (der Bruch hinter + gibt die geschätzte Anzahl der am Leben gebliebenen Rebläuse bezw. Eier an). — = tot. a) = Läuse verschiedener Entwicklungsstadien. b) = Nymphen. c) = Eier.

lfde Nr.	Anwendung	Dauer der Einwirkung (in Tagen)	Ergebnisse nach 1 Tag a)	1 Tag b)	1 Tag c)	7 Tagen a)	7 Tagen b)	7 Tagen c)	10 Tagen a)	10 Tagen b)	10 Tagen c)	Beobachtungen über das Verhalten der Jungläuse
	A. Im geschlossenen Raum.											
1.	Wurzelstücke während der Versuchsdauer in	1	—	+	+	—	+	+ 7/8	—	+	+ 4/5	Am 3. 12. sind Jungläuse geschlüpft, die sich entwickelten.
2.	feuchtem Moos, 20 cm über dem	3	—	+	+	—	+	+ 7/8	—	+	+ 4/5	desgl. am 6. 12.
3.	Mittel	6	—	+	+	—	+	+ 7/8	—	+	+ 4/5	desgl. am 6. 12.
4	Wurzelstücke ohne Moos	1	—	+	+	—	+	+ 7/8	—	+	+ 4/5	
5.	Kontrolle, unbehandeltes Wurzelstück in feuchtem Moos	6	+	+	+	+ 7/8	+	+ 7/8	+ 3/4	+	+ 3/4	Jungläuse schlüpften jeden Tag und entwickelten sich normal.
	B. Im freien Raum.											
6.	Wurzelstücke 2—7 cm hoch, in feuchtem Moos	1	—	—	+ 3/4	—	—	+ 3/4	—	—	+ 1/3	
7.	Wurzelstücke 7—15 cm hoch, in feuchtem Moos	3	—	—	+ 3/4	—	—	+ 3/4	—	—	+ 1/3	
8.	Wurzelstücke 2—7 cm hoch, ohne Moos	1	—	+	+	—	+	+ 7/8	—	+	+ 3/4	Am 3. 12. Jungläuse geschlüpft, die sich entwickelten.
9	Wurzelstücke 15—22 cm hoch, in feuchtem Moos	3	+	+	+	+ 4/5	+	+ 7/8	+ 3/4	+	+ 3/4	desgl. am 1. 12.
10.	Wurzelstücke 22—28 cm hoch, in feuchtem Moos	3	+	+	+	+ 4/5	+	+ 7/8	+ 3/4	+	+ 3/4	desgl. am 1. 12.
11.	Kontrolle, unbehandeltes Wurzelstück ohne Moos		+	+	+	Versuch abgebrochen						
12.	Dasselbe, in feuchtem Moos		+	+	+	+ 7/8	+	+ 7/8	+ 3/4	+	+ 3/4	Jungläuse schlüpften jeden Tag und entwickelten sich normal.

gestellte Versuch 1 (Tab. III). Auch hier sind die auf den Wurzeln befindlichen Nymphen am Leben geblieben. Es ist möglich, daß vor der Häutung stehende, in diesem Zustand gegen äußere Einflüsse ziemlich unempfindliche Nymphen keine Nahrung mehr aufnehmen und infolgedessen nur auf dem Atemwege vergiftet werden können. Da das nicht der Fall gewesen ist, war anzunehmen, daß die übrigen Läuse auch nicht durch Atemwirkung, sondern durch Benetzung, also infolge direkter Einwirkung des Petroleums zugrunde gegangen sind. Mit dieser Auffassung steht im Einklang, daß sich in den Versuchen auch die Eier normal entwickelt hatten und zwischen behandelten und unbehandelten (Tab. III, Nr. 1—5) keinerlei Unterschied festgestellt werden konnte.

Die gleichen Ergebnisse wurden erzielt, als die in verschiedener Entfernung von der Petroleumerde aufgehängten verseuchten Wurzelstücke unbedeckt geblieben sind (Tab. III, Vers. 6—10). Das Petroleum vermochte innerhalb von 3 Tagen noch bis zu 15 cm Entfernung auf die Rebläuse zu wirken.

Wie kam diese scheinbare Fernwirkung des Mittels zustande? Da allgemein bekannt ist, daß Petroleum sehr langsam verdunstet und auch in sehr kleinen Mengen lange deutlich wahrnehmbar ist, überrascht nicht, daß den behandelten Wurzeln noch nach 20 Tagen ein intensiver Petroleumgeruch anhaftete. Überrascht aber hat, daß das zum Einschlagen der Rebwurzeln verwandte Moos im Laufe der Untersuchungen deutlichen, in den Versuchen 6 und 7 sogar sehr starken Petroleumgeruch angenommen hatte. Es war das auch bei den Stäbchen der Fall, deren eines Ende in der mit Petroleum getränkten Erde stand, während das andere Ende die Rebwurzeln trug (Tab. III). Hieraus ging hervor, daß das sich leicht und stark ausbreitende Petroleum die Gegenstände seiner Umgebung benetzt. In den Versuchen 6 und 7 genügten 2 Moospflänzchen, welche die mit Petroleum gesättigte Erde berührten, um das Petroleum aufzusaugen und damit das übrige Moos wie die darin befindlichen Wurzeln zu überziehen. Es erinnert das an die bekannte „Dochtwirkung“ des Petroleums. Andererseits ist bekannt, daß sich Petroleum auf einer ruhenden Wasserfläche innerhalb kurzer Zeit ausbreitet. Dasselbe ist der Fall, wenn ein Tropfen Petroleum vorsichtig auf ein lufttrocknes Stückchen Holz gebracht wird. Ein Tropfen Wasser verfließt nicht, er bleibt stehen.

Diese Feststellungen berechtigten zu der Annahme, daß sich Petroleum auch im Boden weitgehend verteilt. Es sind deshalb einige dahingehende Versuche angestellt worden, die gleichzeitig über die Einwirkung auf Rebläuse bezw. deren Eier Aufschluß geben sollten. Etwa 150 cm^3 grob gesiebter humusreicher Gartenerde wurden mit 15 cm^3 Petroleum getränkt, in Glasschalen ausgebreitet und mit oberflächlich in die Erde eingedrückten Viniferawurzelstücken versehen. Die Wurzeln wurden zum Teil mit unbehandelten, zum Teil mit eine Stunde in Petroleum untergetauchten

Reblauseiern besetzt. Die eine Hälfte der Versuche blieb unbedeckt, die andere wurde bedeckt.

Bereits bei Vornahme der Besiedlung der Wurzeln mit Reblauseiern, die sofort nach dem Einbetten der Wurzeln erfolgte, ist bei allen 4 Versuchen eine deutliche Benetzung der Wurzeln mit Petroleum wahrgenommen worden. Diese griff alsbald auf die insgesamt etwa 700 Eier über, die mit Ausnahme von dreien nach und nach zugrunde gegangen sind. Nach Ablauf von 12—18 Tagen sind in keinem der Versuche entwicklungsfähige Eier vorhanden gewesen. Die aus besagten 3 Eiern geschlüpften Läuse erwiesen sich als nicht lebensfähig; sie sind nicht zur Entwicklung gekommen. Ferner zeigten die eingebetteten Wurzeln bald Schrumpfungen und Verhärtung, die sich mit der Dauer der Einwirkung des Petroleums derart verstärkten, daß eine tödliche Beschädigung der Wurzeln unzweifelhaft war.

Diese Wirkung von mit Petroleum durchnäßter Erde auf nicht behandelte Rebwurzeln und Rebläuse wird durch den Befund der nachfolgenden Versuche leicht verständlich. In gleiche Mengen einiger bekannter Schädlingsbekämpfungsmittel (s. Tab. IV) wurde je ein gewöhnliches Blumenstäbchen von gleicher Stärke und Länge und je ein Rebenblindholz hineingestellt. Es sollte beobachtet werden, in welchem Umfange dieselben benetzt würden. Aus der Tabelle geht hervor, daß bei Petroleum die Benetzung am stärksten war. In 5 Tagen war es an dem Rebenblindholz bis zu 34 cm, in 6 Tagen bis zu 35 cm Höhe gestiegen. Sicherlich hätte es sich noch weiter ausgebreitet, wenn das Holz länger gewesen wäre. Die anderen Flüssigkeiten stiegen nicht annähernd so hoch. Dem Petroleum am nächsten kam mit 22,5 cm das wegen seiner ausgezeichneten Benetzungsfähigkeit bekannte Cuprex (Merck-Darmstadt), das auf Rebläuse innerhalb kurzer Zeit tödlich wirkt. Das als vortreffliches Benetzungsmittel bekannte Türkisch-Rotöl hingegen war nicht einmal so hoch wie Wasser gestiegen (Vers. 1, 6 und 7). In einem weiteren Versuch zeigte sich, daß das Obstbaumkarbolineum Florium etwa dieselbe Steighöhe wie Wasser hat.

Die in den Versuchen der Tab. III beobachtete Wirkung des Petroleums, die bei oberflächlicher Betrachtung als Gaswirkung gedeutet werden könnte, erklärt sich somit aus seinem auffällig großen Ausbreitungsvermögen. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die früher erwähnten Gießversuche von Moritz hingewiesen. Die Ergebnisse derselben stehen in Übereinstimmung mit den unsrigen und beleuchten gleichzeitig die praktische Bedeutung dieser wertvollen Eigenschaft des Petroleums. Moritz hat beobachtet, daß oberflächlich am Schenkelhals mit je 1—2 l Petroleum angegossene Rebstöcke in ihrer ganzen Länge — in einem Fall noch in einer Tiefe von 50 cm — und auch die Rebläuse von in 30—40 cm Tiefe an die Rebschenkel angelegten verseuchten Rebwurzeln von Petroleum benetzt waren. Hingewiesen sei ferner auf die günstigen Ergebnisse, die

Tabelle IV.

Versuche über das Ausbreitungsvermögen einiger Pflanzenschutzmittel an Pflanzenteilen.

Erklärung der Abkürzungen: a) = Blumenstäbchen, b) = Rebenblindholz } senkrecht in das Mittel gestellt.

Lfde. Nr.	Mittel	Die Steighöhe (in cm) betrug nach								Bemerkungen
		1 Tag		3 Tagen		5 Tagen		6 Tagen		
		a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	
1.	Wasser	7,5	5,0	8,0	5,5	8,0	5,5	8,0	5,5	
2.	Schwefelkohlenstoff-Sapikat-(4:1)Emulsion (1 Schw.-Sap. : 4 Leitungswasser)	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	
3.	Schwefelkohlenstoff + Tetrachloräthan (Verh. 1 : 1) . .	7,0	9,0	8,0	11,0	8,0	11,0	—	—	Die Mischung war nach 5 Tagen verdunstet.
4.	Cuprex	16,0	17,5	18,5	20,0	19,5	22,5	19,5	22,5	
5.	Petroleum	26,5	28,0	27,0	33,5	32,0	34,0	33,2	35,0	Am 6. Tag war das Petroleum bis zur äußersten Spitze des Blindholzes gestiegen.
6.	Türkisch Rotöl . .	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	
7.	Türkisch Rotöl + Wasser (Verh. 1:9)	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	

Moritz beim Überbrausen von künstlich mit Steinen bedecktem Lößboden mit Petroleum erzielte.

Im Hinblick auf gewisse praktische Belange schien es notwendig, diese wertvolle Eigenschaft des Petroleums noch an Rebpfählen nachzuprüfen. Die im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer in großen Massen an Rebe auftretende Schmierlaus (*Heliococcus [Phenacoccus] hystrix*) überwintert vor allem in Ritzen von Weinbergspfählen und wird nach einem Vorschlag von Fuess durch kurzfristiges Eintauchen derselben in eine 20prozent. Dendrinlösung wirksam bekämpft.[1]) Die etwa $^1/_2$ m tief in der Erde steckenden Pfähle müssen zu diesem Zwecke ausgezogen und nach der Behandlung wieder eingeschlagen werden. Es ist nun zu

[1]) Zillig, H., u. Niemeyer, L.: Massenauftreten der Schmierlaus *Phenacoccus hystrix* (Bär.) Ldgr. im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. Arbeiten d. Biolog. Reichsanstalt, Bd. XVII, S. 94.

Tabelle V.

Ausbreitung von Petroleum

Lfde. Nr.	Mittel	Menge (in cm³)	Gehalt an Insektizid (in cm³)	des Rebpfahls (in cm) Stärke	a) bei anhaltendem aa) die äuß. Steighöhe[1]) (in cm) betrug bei einer Temp. von 16,0—18,0° nach 3 Stunden	8 Stunden	22½ Stunden	3 Tagen	5 Tagen	7 Tagen
1.	Petroleum, unverdünnt	80	80	2,5	15,5	22,0	30,0	44,0	50,0	55,0
2.	Petroleum (500 cm³) -Seifen (30 g) -Emulsion (500 cm³ Leitungswasser)	500	97	3,0	13,8	19,4	27,2	31,5	38,0[3])	38,0
3.	Petroleum (80 cm³) -Sapikat (20 cm³) -Emulsion (400 cm³ L. W.)	500	80	3,2	7,5[4])	11,0	13,5	15,0	20,0	22,5
4.	Dendrin, unverdünnt	80	80	3,0	7,2	13,8	17,0	26,0[5])	28,0	28,0
5.	Dendrin (80 cm³) -Emulsion (500 cm³ L. W.)	500	69	2,5	2,4	3,7	4,5	6,0	7,5	7,5
6.	Florium, unverdünnt	80	80	3,0	7,2	8,2	8,2	10,0	10,0	10,0
7.	Florium (80 cm³) -Emulsion (500 cm³ L. W.)	500	69	2,3	4,3	4,3	4,3	6,0	7,5	7,5
8.	Leitungswasser	500	—	2,5	10,2	12,5	12,5	8,0	6,0	6,0

untersuchen, ob ein oberflächliches Waschen bezw. Bespritzen der Pfähle an Ort und Stelle nicht vielleicht denselben Erfolg hat wie das Eintauchen, wenn Mittel mit gutem Ausbreitungsvermögen benutzt werden, die bereits bei dieser Art Anwendung in alle Ritzen und Spalten der Pfähle genügend tief eindringen. Es sind nach dieser Hinsicht Petroleum und die Karbolineumsorten Dendrin und Florium geprüft worden; Dendrin wegen seiner Brauchbarkeit als Schmierlausbekämpfungsmittel im Tauchverfahren und Florium, um festzustellen, ob es sich von Dendrin physikalisch unterscheidet.

Die Art der Versuchsdurchführung ist aus Tabelle V zu ersehen. Die unter a) verzeichneten Versuche, die je annähernd dieselbe Menge wirksamen Insektizides enthielten, wurden so durchgeführt, daß jedes der Mittel mit den Rebpfählen längere Zeit in Berührung blieb. Die Versuche ergaben folgendes:

und anderen Insektiziden an Rebpfählen.

Eintauchen	b) nach kurzfristigem, 3 Min. dauerndem Eintauchen (Mittelwerte aus 3 Versuchen)							
bb) Die innere Steighöhe[1]) (in cm) an frisch hergestellten Querschnitten betrug	Menge (in cm³)	Gehalt an Insektizid (in cm³)	des Rebpfahls (in cm)	die äußere Steighöhe[1]) (in cm) betrug bei einer durchschnittlichen Temperatur von				Bemerkungen
				14.5°	14,9°	15.5°	15,0°	
				nach				
nach 13 Tagen			Stärke	¼ Std.	1 Std.	3½ Std.	16-24 Std.	
60 (0,5 cm tief eingedrungen)	12,5	12,5	2,2	6,2 (13,5)[2])	7,6 (14,5)	8,9 (15,0)	9,8 (15,0)	[1]) Die Zahlen geben den jeweiligen Durchschnittsstand des sich meist ungleich nach oben ausbreitenden Mittels an. Die Ablesung erfolgte vom Spiegel des Mittels an, also ohne das eingetauchte Stück Rebpfahl.
30 (ringsum am Rand)	12,5	2,4	2,1	2,9 (4,5)	3,0 (7,0)	3,9 (7,5)	4,3 (8,5)	
17 (am Rand stellenweise 0,5 cm tief)	12,5	2,0	1,5	2,3 (5,0)	2,9 (6,5)	3,4 (7,0)	3,4 (7,0)	
38 (an einem Riß fast 1 cm tief)	12,5	12,5	2,6	2,5 (6,0)	4,3 (11,0)	4,3 (11,0)	5,5 (12,0)	[2]) Die Zahlen in ( ) geben Höchstwerte an. Meist handelt es sich um das Eindringen der Lösungen in größ. Risse.
12,5 (am Rand, vor allem in Rissen)	12,5	1,7	2,2	1,1 (5,5)	1,6 (7,0)	1,6 (7,0)	1,6 (7,0)	
— (an kräftigem Riß bis in die Mitte)	12,5	12,5	2,6	2,9 (9,5)	4,0 (10,5)	4,0 (10,5)	4,0 (10,5)	[3]) Oberfläche mit weißer Schicht.
11 (vor allem in Rissen)	12.5	1,7	2,2	1,5 (4,5)	1,5 (4,5)	1,5 (4,5)	1,5 (4,5)	[4]) Seifenschaum setzt sich an Oberfläche ab.
—	12,5	12,5	2,3	4,7 (7,0)	3,3	0	0	[5]) Pfahl taucht nur noch teilweise ein.

Petroleum breitete sich am Rebpfahl innerhalb von 3 Stunden sehr rasch aus, verlangsamte dann seinen Lauf allmählich und stieg vom 3. Tage ab nur noch sehr langsam aber stetig. Nach 7 Tagen hatte es die nach 3 Stunden erreichte Steighöhe um das $3\frac{1}{2}$fache überholt.

Dendrin nahm innerhalb der ersten 3 Stunden ungefähr denselben Verlauf wie Petroleum zwischen 3 und 8 Stunden, doch erreichte es nur die halbe Steighöhe. Hierauf verlangsamte sich seine Ausbreitung und kam nach 5 Tagen zum Stillstand. Dendrin hatte etwa das 4fache der Steighöhe von 3 Stunden erreicht.

Florium hatte nach 3 Stunden genau dieselbe Ausbreitung wie Dendrin, ließ dann aber auffällig nach. Nach 8 Stunden breitete es sich nur noch ganz langsam aus, kam nach 3 Tagen zum Stillstand und hatte etwa das $1\frac{1}{2}$fache der Steighöhe von 3 Stunden erreicht. Setzt man den jeweiligen Stand der Steighöhe des Floriums gleich 1, so ver-

halten sich die Steighöhen des Floriums, Dendrins und Petroleums nach 3 Stunden zueinander etwa wie 1:1:2, nach 8 Stunden wie 1:1 $^3/_4$:2$^3/_4$, nach 1 Tag wie 1:2:3$^3/_4$ und nach 5 Tagen wie 1:3:5. Dendrin nimmt also etwa die Mitte zwischen Petroleum und Florium ein. Die Steighöhe von 3 Stunden hatte nach 7 Tagen bei Petroleum um 39,5, bei Dendrin um 20,8 und bei Florium um 2,8 cm zugenommen.

Die Petroleum-Emulsionen breiteten sich bedeutend langsamer als unverdünntes Petroleum aus. Am größten war der Unterschied bei der Petroleum-Sapikat-Emulsion. Die Petroleum-Seifen-Emulsion stand etwa in der Mitte zwischen Petroleum und Petroleum-Sapikat-Emulsion. Die Ursache für das verhältnismäßig günstige Verhalten von Petroleum-Seifen-Emulsion ist offenbar nicht allein in ihrem etwas höheren Petroleumgehalt zu suchen, sondern auch in der Art ihrer Herstellung.[1])

Die Petroleum-Seifen-Emulsion breitete sich anfänglich fast ebenso rasch aus wie unverdünntes Petroleum. Ebenso verlangsamte sie nach 3 Stunden ihre Ausbreitung, stieg indessen nach 1 Tag nur noch langsam und nach 5 Tagen überhaupt nicht mehr an. Ihre Steighöhe betrug das 2 $^3/_4$fache der von 3 Stunden.

Die Petroleum-Sapikat-Emulsion, die von vornherein viel weniger rasch anstieg, breitete sich nach 1tägiger Versuchsdauer ganz langsam, aber anhaltend aus. Nach 7 Tagen zeigte sie das 3fache der Steighöhe von 3 Stunden.

Das Verhältnis der Steighöhen der beiden Petroleum-Emulsionen zu der des unverdünnten Petroleums beträgt, wenn man die jeweilige Steighöhe der Petroleum-Sapikat-Emulsion mit 1 ansetzt, nach 3 und 8 Stunden etwa 1:1$^3/_4$:2, nach 3 Tagen etwa 1:2:3, nach 7 Tagen etwa 1:1 $^3/_4$:2$^1/_2$.

Sehr verschieden verhielt sich auch die Dendrin-Emulsion zum unverdünnten Dendrin. Die Dendrin-Emulsion, die sich nach 3 Stunden nur noch langsam ausbreitete, erreichte im ganzen eine geringe Steighöhe, obgleich sie wie das unverdünnte Dendrin bis zum 5. Tage schwach zugenommen hatte. Die Steighöhe der Dendrin-Emulsion betrug etwa das 3fache der Steighöhe von 3 Stunden. Setzt man die verschiedenen Steighöhen der Dendrin-Emulsion je gleich 1, so ist das Verhältnis der Steighöhen zwischen ihr und dem unverdünnten Dendrin nach 3 Stunden etwa 1:3, nach 8 Stunden etwa 1:3$^1/_2$ und nach 1 und 7 Tagen etwa 1:4.

Das Ausbreitungsvermögen der Florium-Emulsion fällt gegenüber dem des unverdünnten Floriums gleichfalls ab, doch ist wegen der geringen Steighöhe des Floriums der Unterschied viel kleiner als zwischen Dendrin-Emulsion und dem unverdünnten Dendrin. Die Florium-Emulsion, die sich fast ebenso langsam wie die Dendrin-Emulsion ausbreitete, hatte insgesamt etwa das 1$^3/_4$fache der Steighöhe von 3 Stunden inne. Der Unter-

[1]) Flugblatt der Biol. Reichsanstalt Nr. 46, S. 3, Nr. 14.

schied der Steighöhen zwischen 3 Stunden und 5 Tagen betrug bei Florium 2,8, bei der Florium-Emulsion 3,2 cm. Letztere stieg bis zum 5., erstere bis zum 3. Tage. Das Verhältnis der Steighöhen von Florium-Emulsion und unverdünntem Florium war nach 3 Stunden etwa $1 : 1^3/_4$, nach 3 Tagen $1 : 1^2/_3$ und nach 5 Tagen $1 : 1^1/_3$. Daß die Verhältnisse mit der Versuchsdauer abnahmen, dürfte bedeutungslos sein.

Nach Vorstehendem haben die beiden Petroleum-Emulsionen weit besser abgeschnitten als die der beiden sich ziemlich gleichartig verhaltenden Karbolineen. Bezeichnet man die Werte der jeweiligen Steighöhe der Florium-Emulsion mit 1, so verhalten sie sich zur Dendrin-Emulsion, Petroleum-Sapikat-Emulsion und Petroleum-Seifen-Emulsion nach 3 Stunden etwa wie $1 : 1/_2 : 1^3/_4 : 3^1/_4$, nach 8 Stunden etwa wie $1 : 3/_4 : 2^1/_2 : 4^1/_2$, nach 1 und 3 Tagen etwa wie $1 : 1 : 2^1/_2 : 5^1/_4$, nach 5 und 7 Tagen etwa wie $1 : 1 : 3 : 5^1/_2$. Die Steighöhe von 3 Stunden hatte nach 7 Tagen bei Petroleum-Seifen-Emulsion um 24,2, bei Petroleum-Sapikat-Emulsion um 15,0, bei Dendrin-Emulsion um 5,1 und bei Florium-Emulsion um 3,2 cm zugenommen.

Die im Innern der Holzpfähle ermittelten Steighöhen sind unter bb) der Tabelle V verzeichnet. Ihr Vergleich ergibt, daß die innere Steighöhe der Petroleum-haltigen Mittel unterhalb der äußeren geblieben ist, während sich die Karbolineum-haltigen Mittel umgekehrt verhalten haben. Dieser Unterschied verdeutlicht die Wesensart von Petroleum und Karbolineum insofern, als sich Petroleum rascher oberflächlich und Karbolineum rascher im Innern des Holzes ausbreitet, eine Eigenschaft, derzufolge das Karbolineum seit langem als Holzkonservierungsmittel Verwendung findet.

Wie wirken diese Mittel bei kurzfristigem Eintauchen der Pfähle? Die Einzelheiten der Versuchsreihe sind unter b) der Tabelle V nachzulesen, welche die Mittelwerte von 3 nacheinander ausgeführten Versuchen verzeichnet. Von den langfristigen Versuchen unterscheiden sie sich noch dadurch, daß die Emulsionen sehr viel weniger Insektizid enthielten.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe waren folgende:

Petroleum stieg innerhalb der ersten $1/_4$-Stunde sehr rasch, verlangsamte aber dann seine Ausbreitung auffällig. Nach $3^1/_2$ Stunden nahm sie nur noch sehr langsam, aber stetig zu. Dendrin verhielt sich ähnlich wie Petroleum, doch lagen die beobachteten Werte viel niedriger. Seine bedeutend langsamere Ausbreitung hatte bereits nach 1stündiger Versuchsdauer eingesetzt. Florium zeigte bereits nach 1 Stunde die höchste Steighöhe. Seine anfängliche Ausbreitung war indessen höher als die des Dendrins.

Die Zunahme der Steighöhe gegenüber der ersten $1/_4$-Stunde betrug nach 16—24 Stunden bei Petroleum 3,6, bei Dendrin 3,0 und bei Florium 1,1 cm. Setzt man die jeweilig beobachteten Steighöhen von Florium je gleich 1, so verhalten sich die Mittel Florium, Dendrin und Petroleum nach $1/_4$ Stunde zueinander etwa wie $1 : 5/_6 : 2$, nach 1 Stunde etwa wie

1 : 1 : 2, nach $3^1/_2$ Stunde etwa wie 1 : 1 : $2^1/_4$, nach 16—24 Stunden etwa wie 1 : $1^1/_3$: $2^1/_2$. In Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Versuchsreihe a) stieg Dendrin nur halb so hoch wie Petroleum; am schlechtesten hat wiederum Florium abgeschnitten.

Die Petroleum-Emulsionen breiteten sich auch in dieser Versuchsreihe sehr viel schlechter aus als unverdünntes Petroleum. Die Petroleum-Sapikat-Emulsion war nach $3^1/_2$ Stunden nicht mehr, die Petroleum-Seifen-Emulsion dagegen bis zu 24 Stunden gestiegen. Die beiden Karbolineum-Emulsionen zeigten ein gleichartiges Verhalten. Die ermittelten Werte liegen nahe beieinander. Die Dendrin-Emulsion war nach 1 Stunde, die Florium-Emulsion bereits nach $^1/_4$ Stunde nicht mehr gestiegen. Die Florium-Emulsion stimmt darin wiederum mit dem unverdünnten Florium überein. Die Steighöhen der Dendrin-Emulsion und des unverdünnten Dendrins verhalten sich nach $^1/_4$ Stunde etwa wie 1 : $2^1/_3$, nach 1 und $3^1/_2$ Stunden etwa wie 1 : $2^3/_4$ und nach 16—24 Stunden etwa wie 1 : $3^1/_2$, der Florium-Emulsion und des unverdünnten Floriums nach $^1/_4$ Stunde etwa wie 1 : 2 und nach 1, $3^1/_2$ und 16—24 Stunden wie 1 : $2^2/_3$.

Werden die verschiedenen Steighöhen der Florium-Emulsion je mit 1 bezeichnet, so verhalten sie sich zur Dendrin-Emulsion, Petroleum-Sapikat-Emulsion und Petroleum-Seifen-Emulsion nach $^1/_4$ Stunde etwa wie 1 : $^2/_3$: $1^1/_2$: 2, nach 1 Stunde etwa wie 1 : 1 : 2 : 2, nach $3^1/_2$ Stunden etwa wie 1 : 1 : $2^1/_3$: $2^2/_3$ und nach 16—24 Stunden etwa wie 1 : 1 : $2^1/_3$: 3. Die Steighöhe hatte gegenüber der von $^1/_4$ Stunde zugenommen bei Petroleum-Seifen-Emulsion 1,4, bei Petroleum-Sapikat-Emulsion 1,1, bei Dendrin-Emulsion 0,5 und bei Florium-Emulsion 0 cm.

Vergleicht man die Ergebnisse der Versuchsreihe b) mit den in derselben Tabelle mitgeteilten höchsten Steigwerten, so ergibt sich im großen und ganzen eine ähnliche Sachlage. Petroleum steht auch hier an 1. Stelle, dann kommen Dendrin und Florium. Die Emulsionen folgen ebenso wie bisher aufeinander; die Petroleum-Seifen-Emulsion ist der Petroleum-Sapikat-Emulsion wiederum überlegen. Letztere zeigt fast die gleichen Werte wie die Dendrin-Emulsion.

Zusammenfassend läßt sich mit Bezug auf die Versuchsreihen der Tabelle V sagen, daß auch ein kurzfristiges Eintauchen der Rebpfähle in Petroleum-Emulsionen eine bessere, bezw. gleichartigere Benetzung gewährleistet als ein solches in nicht verdünnte Obstbaum-Karbolineen. In beiden Versuchsreihen nahm das Ausbreitungsvermögen von Petroleum, Dendrin und Florium sowie ihren Emulsionen annähernd einen gleichartigen Verlauf, d. h. es folgten nach der Größe ihrer Steighöhe aufeinander: Petroleum, Petroleum-Seifen-Emulsion, Dendrin (bezw. Dendrin, Petroleum-Seifen-Emulsion), Petroleum-Sapikat-Emulsion, Florium (bezw. Florium, Petroleum-Sapikat-Emulsion), Dendrin-Emulsion und Florium-Emulsion. Das Ausbreitungsvermögen der Mittel war in gewisser Hinsicht von der Dauer ihrer Anwendung unabhängig. Die Größe des Ausbreitungs-

vermögens der Emulsionen erschien jedoch abhängig von der Art und Menge ihrer Insektizide sowie von ihrer Herstellungsweise. Für letzteres spricht insbesondere das Verhalten der Petroleum-Seifen-Emulsion gegenüber der Petroleum-Sapikat-Emulsion. Bei gleicher Giftwirkung müßte Petroleum und seine Emulsionen gegenüber Dendrin und Florium und ihren Emulsionen den Vorzug verdienen; besonders dann, wenn durch ein oberflächliches Waschen oder Bespritzen der Pfähle im Freiland dieselbe Wirkung erzielt werden soll.

Das Ausbreitungsvermögen des Petroleums tritt natürlich auch im Boden deutlich in Erscheinung. Werden an einem Ende mit Nesselstoff zugebundene Glaszylinder von 3,3 cm Durchmesser und 30 cm Länge mit gesiebtem, lufttrocknem Ton- bezw. Sandboden gefüllt und dieser von oben mit gleichen Mengen Petroleum oder Wasser (je 10 ccm) begossen, so ist im Laufe einiger Tage folgendes festzustellen (s. Tab. VI):

1. Petroleum und Wasser breiten sich in Sand stärker aus als in Ton; eine Erscheinung, die mit der Struktur dieser Bodenarten zusammenhängt. Das Aufsaugungsvermögen der Böden steht bekanntlich in engster Beziehung zu der mechanischen Zusammensetzung derselben, d. h. das Aufsaugungs-, bezw. das Ausbreitungsvermögen ist um so größer, je feiner die einzelnen Bodenteilchen, bezw. je mehr kapillare Hohlräume in demselben vorhanden sind. In vorliegenden Versuchen hatte sich Petroleum nach 12 Tagen im Ton 9,9, im Sand dagegen 25,1 cm ausgebreitet, also $2^1/_2$ mal so stark.

2. Petroleum breitet sich in beiden Böden bedeutend stärker als Wasser aus. In dem mit Sand gefüllten Zylinder war Petroleum nach Ablauf von $^1/_2$ Tag 12,5, nach einem Tag 14,5, nach 3 Tagen 18,8 cm gesunken, während das Wasser innerhalb derselben Zeit nur um 5,8, 6,4, 8,1 cm sank. Petroleum hatte am 3. Tage im Sandboden mehr als ein doppelt so großes Volumen wie die gleiche Menge Wasser durchnäßt. Im Tonboden hatte sich Petroleum nach $^1/_2$ Tag 6,3, nach 1 Tag 7,0, nach 3 Tagen 8,2 cm tief ausgebreitet; Wasser war nach $^1/_2$ Tag 4,8, nach 1 Tag 5,1 cm tief eingedrungen. Petroleum hatte in gleicher Zeit also etwa $^1/_3$ mehr benetzt als Wasser.

3. Petroleum ist im Boden viel länger sichtbar als Wasser. In mehreren mit Wasser ausgeführten Versuchen war bereits nach 3 Tagen die Benetzungsgrenze nicht mehr zu erkennen. Bei Petroleum in Ton war sie erst nach Ablauf von 14 Tagen, im Sand nach 16 Tagen undeutlich. Die Ausbreitung des Petroleums im Boden erfolgt auch anhaltender als die des Wassers. Sie verläuft zunächst bei beiden ziemlich rasch, verlangsamt sich darauf allmählich, dann bedeutend und hält bei Petroleum unter Umständen 14 Tage an. Hieraus ergibt sich, daß die Ausbreitung des Petroleums im Boden dauernd nur bei anhaltender Nässe, bei schwächeren Niederschlägen dagegen nur vorübergehend beeinträchtigt werden kann.

Tabelle VI.

Versuche über das Ausbreitungsvermögen von Petroleum im Boden.

Mittel	Boden	Menge in cm^3	Anzahl der Einzelversuche	Stand (in cm) nach: $^3/_4$ Stunden	$1^1/_4$ Stunden	4 Stunden	$7^1/_2$ Stunden	24 Stunden	$28^3/_4$ Stunden	3 Tagen	4 Tagen	6 Tagen	7 Tagen	8 Tagen	10 Tagen	12 Tagen	14 Tagen	16 Tagen	21 Tagen	40 Tagen	55 Tagen
a) bei Verabreichung von oben																					
Petroleum	Ton	10	3	4,3	4,7	5,7	6,1	7,0	7,3	8,2	8,4	9,1	9,1	9,3	9,7	9,9	—	—	—	—	—
	Sand	10	3	5,1	6,4	9,6	11,1	14,5	15,4	18,8	19,9	21,9	22,4	23,0	24,1	25,1	26,7[1])	—	—	—	—
Wasser	Ton	10	3	3,9	4,1	4,7	4,7	5,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sand	10	3	3,2	3,8	5,1	5,5	6,4	6,9	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Florium	Sand	10	3	55 Min. 3,5	—	4,4	—	—	—	7,7	8,3	9,5	10,0	—	11,4	—	—	13,4	14,7	17,9	19,3
b) bei Verabreichung von unten					2 Std.	$5^1/_4$ Std.	8 Std.											17 Tagen	22 Tagen	41 Tagen	56 Tagen
Petroleum	Ton	20	3	—	7,7	8,9	9,3	10,9	—	12,8	13.3	14,1	14,4	14,9	15,3	15,8	16,1	16,5	17,0	18,4	—
	Sand	20	3	—	8,3	9,4	9,6	11,4	—	13,7	14,5	15,9	16,4	16,9	17,7	18,6	19,3	20,7	21,4	24,6	26,4
Wasser	Ton	20	3	—	7,4	8,3	8,4	8,6	—	8,7	8,8	8,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sand	20	3	—	6,7	7,5	7,7	8,5	—	9,6	9,8	10,2	10,3	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Zylinder bis unten benetzt.

Das Obstbaumkarbolineum Florium, welches sich im allgemeinen durch eine gute Benetzungsfähigkeit auszeichnet, an Blumenstäbchen und Rebpfählen jedoch kein besseres Ausbreitungs- bezw. Steigvermögen zeigte als Wasser, breitet sich im Sandboden etwas langsamer als Wasser aus, hielt sich aber wie Petroleum lange Zeit im Boden. Auf Grund der in Tabelle VI mitgeteilten Ergebnisse wurde festgestellt, daß Florium nach $^1/_2$ Tag 4,9, nach 1 Tag 5,5, nach 3 Tagen 7,7, nach 7 Tagen 10,0, nach 55 Tagen 19,3 cm tief eingedrungen ist. Gegenüber Petroleum sind die Unterschiede im Ausbreitungsvermögen recht auffallend. Hatte sich doch Petroleum bereits am 4. Tage stärker ausgebreitet als Florium nach 55 Tagen.

Wurden die mit Sand und Ton gefüllten Zylinder je in 20 cm^3 Petroleum oder Wasser gestellt, so zeigten sich beim Aufsaugen der Flüssigkeiten annähernd dieselben Erscheinungen (s. Tab. VIb). Petroleum stieg im Sand- und Tonboden höher als Wasser, doch waren die Unterschiede weniger auffällig als bei Verabreichung der Mittel von oben. Desgleichen war der Unterschied zwischen dem Aufnahmevermögen des Sand- und Tonbodens kein so großer. Nach Umrechnung der beobachteten Ergebnisse war im Sand nach $^1/_2$ Tag Petroleum 10, Wasser 7,9, nach 1 Tag Petroleum 11,4, Wasser 8,5, nach 3 Tagen Petroleum 13,7, Wasser 9,6, nach 7 Tagen Petroleum 16,4, Wasser 10,3 cm gestiegen; im Tonboden war nach $^1/_2$ Tag das Petroleum 9,7, Wasser 8,4, nach 1 Tag Petroleum 10,9, Wasser 8,6, nach 3 Tagen Petroleum 12,8, Wasser 8,7, nach 6 Tagen Petroleum 14,1, Wasser 8,9 cm gestiegen. Vom 4. Tage ab waren in den Wasserversuchen die benetzten Grenzschichten bereits undeutlich. —

Das erhebliche Ausbreitungsvermögen des Petroleums, das bisher in allen unseren Versuchen deutlich in Erscheinung getreten ist, dürfte auch die Feststellung, daß die Einwirkung des Petroleums auf Rebläuse und deren Eier unabhängig von der Einwirkungszeit ist, erklären. Beim Eintauchen der Läuse oder Eier in das Petroleum erfolgt deren Benetzung innerhalb kürzester Zeit. Das ist offenbar auch dann der Fall, wenn Petroleum in feiner Verteilung vorhanden ist. Da aber die Läuse und deren Eier offenbar von einer feinen Wasserhülle umgeben sind, werden sie gewissermaßen wie von einem feinen Petroleumhäutchen umschlossen. Es kommt dadurch eine unvollständige Benetzung zustande, welche die Kontaktwirkung des Petroleums mindert. Da die Hülle wegen der geringen Flüchtigkeit des Petroleums verhältnismäßig dauerhaft zu sein scheint, vermochte auch die mehr oder weniger lange Einwirkungszeit, während welcher Läuse und Eier in Petroleum untergetaucht worden sind, keine insektizide Steigerung zu bewirken. Diese Auffassung steht mit den Ergebnissen derjenigen Versuche in Übereinstimmung, deren Wurzelstücke vor ihrer Behandlung mit Petroleum gewässert worden sind. Diese Maßnahme, die offenbar die Wasserhülle der Läuse und Eier verstärkte, hatte, wie früher dargelegt worden ist, die Wirkung des Petroleums bedeutend herabgesetzt.

Die Ergebnisse der Versuche über das Ausbreitungsvermögen des Petroleums führen recht deutlich den Unterschied vor Augen, der zwischen den einzelnen Pflanzenschutzmitteln mit Bezug auf ihre Benetzungsfähigkeit besteht. Man unterscheidet seit langem Pflanzenschutzmittel mit hoher Oberflächenspannung, deren fein verteilte Tropfen nicht verfließen und solche mit schwacher Oberflächenspannung, deren Tropfen leicht verfließen. Damit die Oberfläche der zu bespritzenden Gegenstände gleichmäßig vom Mittel benetzt wird, sind in ersterem Falle sehr zahlreiche fein verteilte Tropfen nötig, während das im letzteren Falle dank des Ausbreitungsvermögens der Tropfen nicht erforderlich ist. Beide Wege können natürlich zum Ziele führen; doch dürften die Spritzmittel mit schwacher Oberflächenspannung den Vorzug verdienen, einmal deshalb, weil sie die Gegenstände sicherer benetzen — indem die Tropfen gleichmäßig verlaufen —, zum anderen, weil sie im Verbrauch sparsamer sind. Der Auffassung, daß ein zu hoher Grad der Benetzungsfähigkeit dadurch nachteilig ist, daß diese ein Verfließen der feinen Tröpfchen, das Abtropfen und Ablaufen von den Blättern mit sich bringt[1]), kann nicht zugestimmt werden. Das Ablaufen der Mittel hängt nicht allein von deren Oberflächenspannung, sondern auch von der verbrauchten Menge ab. Mittel mit geringer Oberflächenspannung, bezw. mit hohem Ausbreitungsvermögen sind eben sparsam zu verwenden. Auf jeden Fall verdienen sie unsere besondere Beachtung. Petroleum, dessen Kapillarkonstante bei 18° 26 beträgt (Wasser hat eine solche von 72,8)[2]), bietet in dieser Hinsicht besonders günstige Bedingungen, so daß Spezialuntersuchungen über das physikalische Verhalten der verschiedenen Petroleumsorten, sowie der Petroleumemulsionen und Petroleumgemische notwendig sind.

Petroleum ist als Pflanzenschutzmittel in den letzten Jahrzehnten sehr in den Hintergrund getreten, was vielleicht nicht gerechtfertigt ist. Nach den hier mitgeteilten Ergebnissen dürfte schon jetzt sicher sein, daß es zur oberflächlichen Entseuchung von Reblausherden, deren Reben vernichtet werden, sehr geeignet erscheint und daß es wohl imstande ist, die fehlerhafte oberflächliche Entseuchungskraft des spezifisch schweren Schwefelkohlenstoffes zu beheben. Vermutlich sind bestimmte Petroleumgemische auch für die oberflächliche Entseuchung schutzbehandelter Reblausherde brauchbar.

Nach dem Gesamtergebnis unserer Untersuchungen vermögen wir der Auffassung von Moritz, daß Petroleum „bei der Bekämpfung der Reblaus keineswegs als ein unbedingt zuverlässiges Desinfektionsmittel anzusehen sei“ nicht unbedingt zuzustimmen. Wenn es auch richtig ist, daß seine Wirkung auf Rebläuse erst allmählich in Erscheinung tritt und daß ein Teil der damit benetzten Reblauseier entwicklungfähig bleibt, so

---

[1]) Trappmann, Schädlingsbekämpfung, 1927, S. 149.
[2]) Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, 1927, S. 792.

muß demgegenüber doch im Auge behalten werden, daß im Bereiche der behandelten Erdoberfläche die Rebwurzeln von Petroleum benetzt und dadurch für die aus den Eiern schlüpfenden Läuse besiedlungsunfähig werden, so daß dieselben gleichfalls zugrunde gehen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. In Bestätigung der Versuchsergebnisse von Moritz ist festgestellt worden:
   a) daß unter den Bedingungen der vorliegenden Versuche die Einwirkung des Petroleums auf Rebläuse von der Temperatur und der Einwirkungsdauer des Petroleums unabhängig verläuft;
   b) daß die von Petroleum benetzten Rebläuse unter Umständen erst im Laufe von Tagen zugrunde gehen;
   c) daß ein Teil der mit Petroleum benetzten Reblauseier entwicklungsfähig bleibt;
   d) daß die Wässerung reblausverseuchter Wurzeln die insektizide Wirkung des Petroleums auf Reblauseier bedeutend herabsetzt.
2. In Erweiterung der Versuchsergebnisse von Moritz ist ermittelt worden:
   a) daß ein Teil der mit Petroleum benetzten Reblauseier erst nach Ablauf einer Anzahl von Tagen zugrunde geht;
   b) daß die aus den mit Petroleum behandelten Reblauseiern schlüpfenden Läuse auf gesunden Rebwurzeln entwicklungsfähig sind;
   c) daß Rebläuse auf mit Petroleum benetzten Rebwurzeln nicht zu leben vermögen;
   d) daß Petroleum wegen seiner geringen Oberflächenspannung sich im Erdboden auffallend stark ausbreitet und infolgedessen die etwa vorhandenen Rebwurzeln weitgehend zu benetzen vermag;
   e) daß der Anwendung ausreichender Mengen von Petroleum zur oberflächlichen Behandlung von Reblausherden, deren Reben der Vernichtung anheimfallen, keine Bedenken entgegenstehen.
3. Petroleum hat von den zur Anwendung gekommenen Mitteln das größte Ausbreitungsvermögen; es überragt bei weitem Dendrin, Florium, Cuprex und Türkisch-Rotöl.
4. Die Größe des Ausbreitungsvermögens der Emulsionen hängt ab von der Art und Menge des Insektizides sowie von der Art ihrer Zubereitung. Die Petroleum-Emulsionen, die gegenüber unverdünntem Petroleum ein viel geringeres Ausbreitungsvermögen besitzen, übertreffen die Karbolineum-Emulsionen Dendrin und Florium sehr bedeutend. Die Petroleum-Seifen-Emulsion verhielt sich annähernd wie unverdünntes Dendrin.

Untersuchungen über die Giftwirkung von dalmatischem Insektenpulver auf die Larven von Corethra plumicornis.

Von

Friedrich Krüger.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Münster i. W.)

(Mit 3 Abbildungen.)

Die Kenntnis der physiologischen Wirkung der Stoffe, die zur Schädlingsbekämpfung dienen, hat gleicherweise theoretisches, wie auch praktisches Interesse. Eine ausführliche Zusammenstellung unserer Kenntnisse über das dalmatische Insektenpulver bringt die Arbeit von Sahling, die vor allem auch ein ausführliches Literaturverzeichnis gibt.

Die Anregung zu einer genaueren Untersuchung der physiologischen Wirkungen des Insektenpulvers verdanke ich Herrn Prof. Dr. Staudinger, Freiburg i. B., dem ich hierfür zu besonderem Danke verpflichtet bin.

Physiologische Untersuchungen stoßen bei den Insekten wegen ihrer Kleinheit auf große Schwierigkeiten. Ich wählte daher als Versuchstier die durchsichtigen Larven von *Corethra plumicornis*, die in einfachster Weise unter dem Mikroskop direkt die Funktion und Struktur aller Organe ohne besondere Präparation zu beobachten gestatten.

Die Corethralarven stehen an geeigneten Fundplätzen zu allen Jahreszeiten in genügender Anzahl zur Verfügung und dürften daher auch für andere Untersuchungen von Bedeutung werden.

Das Insektenpulver für die Untersuchungen überließ mir in dankenswerter Weise die Firma Riedel, Berlin. Es war dieses ein sehr wirksames, dalmatiner Insektenpulver, das von ihr unter dem Namen „Pereat" in den Handel gebracht wird.

Für die Versuche wurde eine geringe Menge dieses Pulvers auf ein kleines Schälchen mit Wasser, in dem sich die Larven befanden, gestreut und durch Umrühren verteilt. Unter der Einwirkung des Giftes wurden die Larven sofort unruhig und schon nach 1—2 Minuten setzten die Krämpfe ein.

Diese durch das Insektenpulver hervorgerufenen Krämpfe äußern sich durch ungeordnete Zuckungen der einzelnen Muskeln. Die Tiere krümmen

sich unter ihrem Einflusse sekundenlang ring- oder „S“förmig zusammen. Besonders heftig sind die Krämpfe während der ersten Stunde, in der die Tiere fast ununterbrochen zusammenzucken. Nach Ablauf etwa einer Stunde werden sie ruhiger und die Zuckungen treten nicht mehr in der ununterbrochenen Folge auf. In den späteren Phasen beobachtet man vor allem Zuckungen des Kopf- und Schwanzendes der Tiere.

Während der Ruhepausen zwischen den Krampfanfällen verraten die immer noch ständig bewegten Mandibeln die Wirkung des Giftes. Jede Berührung der Tiere in diesem Stadium hat ein erneutes Einsetzen der starken Krämpfe der ganzen Muskulatur zur Folge.

Die heftigen Krümmungen während der Krämpfe stellen anscheinend den Beginn der normalen Schnellbewegungen dar, deren die Larven sich zu ihrer Fortbewegung bedienen, nur fallen unter der Einwirkung des Giftes die normalerweise anschließenden Entspannungen der Muskeln fort. Diese bleiben auf jeden Reiz hin unnormal lange kontrahiert. Es ähnelt also die Wirkung des Insektenpulvers auf die Insekten der Wirkung des Strichnins auf die Wirbeltiere. Erstaunlich ist, wie lange die Corethralarven die Krämpfe ertragen können. Sie sterben erst nach mehreren Tagen, wenn sie ihr ganzes Aussehen vollkommen geändert haben. Ob allerdings die Wirkung des Insektenpulvers die Tiere tötet oder ob die Saprolegnien, die sich meist nach dieser Zeit der kranken Tiere bemächtigen, die Larven sterben lassen, ist fraglich.

Kontrolltiere, die unter gleichen Verhältnissen gezüc htetwurden — jedoch ohne Zusatz von Insektenpulver — zeigten keinerlei Veränderungen. Es erwiesen sich die Corethralarven auch unter den ungünstigen Versuchsbedingungen sehr widerstandsfähig. Sie verpuppten sich in den Kontrollen und entwickelten sich zu normalen Imagines.

An den Versuchstieren in den Insektenpulveraufschwemmungen fällt nach eintägiger Einwirkung auf, daß sie vollkommen kollabiert sind. Die normalerweise glasklaren und prallen Tiere schrumpfen zusammen, werden plump und schlaff und verlieren ihre Durchsichtigkeit.

Eine Corethralarve z. B., die vor der Einwirkung des Insektenpulvers 11 mm lang war, maß nach eintägiger Einwirkung des Giftes nur noch 6 mm. Sie war also fast auf die Hälfte ihrer ursprünglichen Körperlänge zusammengeschrumpft.

Sehr charakteristisch für die Einwirkung des Insektenpulvers ist ferner noch, daß nach einiger Zeit die Tiere an der Oberfläche des Wassers hängen, wobei ihr Panzer teilweise vom Wasser unbedeckt bleibt.

Wer die außerordentliche Widerstandsfähigkeit der Insekten gegen die Einwirkung von allen möglichen Chemikalien kennt, wird erstaunt sein, daß das Insektenpulver schon nach wenigen Minuten seine Wirksamkeit geltend macht. Eine Lösung von Äther in Wasser z. B. narkotisiert die Corethralarven erst etwa nach einer Viertelstunde; ähnlicher Größenordnung ist die Einwirkungsdauer für andere Giftstoffe. Curarelösungen erwiesen

sich sogar als vollkommen unschädlich. Die außerordentlich schnelle Wirksamkeit des Insektenpulvers machte daher quantitative Untersuchungen über die Abhängigkeit von der Konzentration wünschenswert.

Da das Insektenpulver in Wasser unlöslich ist, stellte ich durch heftiges Schütteln Suspensionen von genau bekanntem Gehalt her. Als Stammlösung benutzte ich eine Suspension mit 0,1 % Gehalt. Von dieser ausgehend stellte ich eine Verdünnungsreihe her, deren Stufen jedesmal um das zehnfache der vorhergehenden Stufe verdünnt waren. Dann brachte ich in diese Lösungen die Versuchstiere und kontrollierte die Zeit bis zum Beginn der Krämpfe.

Nachfolgend die Ergebnisse eines solchen Versuches. Es wurden 0,0144 g Insektenpulver in 14,4 ccm Wasser suspendiert, es kamen in dieser Stammlösung also 1000 g Wasser auf 1 g Insektenpulver.

Gehalt an Insektenpulver								
1 :	1 000	zeigt	nach	1	Minute	Beginn	der	Krämpfe
1 :	10 000	„	„	1	„	„	„	„
1 :	100 000	„	„	2	„	„	„	„
1 :	1 000 000	„	„	2	„	„	„	„
1 :	10 000 000	„	„	2	Tagen	Krämpfe		
1 :	100 000 000	„	„	auch nach mehreren Tagen keine Krämpfe				

Die Grenzkonzentration, bei der in diesem Versuche die Krämpfe mit Sicherheit noch einsetzten, lag also bei 1 : 1 000 000. Doch scheint dieser Wert nicht konstant zu sein; es wurde in anderen Fällen die Grenzkonzentration bei 1 : 100 000 gefunden. Geringere Werte beobachtete ich in meinen Versuchen niemals.

Bei allen diesen Zahlen ist aber zu bedenken, daß das Insektenpulver nicht die rein wirksame Substanz ist, sondern das in ihm enthaltene Pyrethrin für die Giftwirkung verantwortlich zu machen ist. Das Insektenpulver enthält nach den Untersuchungen von Staudinger und Harder im allergünstigsten Falle nur 0,5 % dieses Giftes. Das reine Pyrethrin, falls es der alleinige Träger der Giftwirkung ist, würde nach diesen Angaben noch in der Verdünnung 1 : 10 000 000 bezw. in anderen Fällen 1 : 100 000 000 wirksam sein. Es würde somit zu den giftigsten Stoffen gehören, die wir überhaupt kennen.

Daß die Zeit bis zum Einsetzen der Krämpfe für die verschiedenen Konzentrationen keine Unterschiede zeigt, hängt wohl mit der minimalen Löslichkeit des Pyrethrins in Wasser zusammen. Auch beim Vorhandensein von sehr wenig Insektenpulver wird das Pyrethrin immer noch in gesättigter Lösung vorliegen. Andererseits wird auch bei der Anwesenheit von sehr viel Insektenpulver das Wasser keine größeren Mengen dieses Giftes lösen.

Staudinger gibt zwar an, daß das Pyrethrin in Wasser vollkommen unlöslich ist. Da das Pyrethrin noch in unwägbar kleinen Dosen sich im Tierversuch als wirksam erweist, wird man nicht erstaunt sein, auf

diesem Wege seine Wasserlöslichkeit feststellen zu können. Um eine, auch noch so geringe Löslichkeit dieses Giftes zu zeigen, filtrierte ich zweimal sorgfältig eine Suspension von Insektenpulver. Das Filtrat erwies sich einwandfrei als wirksam. In welchen Mengen das Pyrethrin gelöst wird, vermag ich durch diesen Versuch nicht zu zeigen, da bei abnehmender Konzentration des Insektenpulvers nur sehr geringe Unterschiede in der Zeit bis zum Wirksamwerden beobachtet wurden.

Es steht natürlich noch die Möglichkeit offen, daß wir es nicht mit einer eigentlichen Lösung zu tun haben, sondern daß geringe Mengen des Giftes in kolloidaler Form das Filter passiert haben.

Es interessierte mich jetzt noch die Frage, ob die mit dem Insektenpulver vergifteten Corethralarven die Schädigungen durch das Pyrethrin überwinden können, wenn sie in reines Wasser zurückgebracht werden. Zu diesem Zweck wurden die Tiere nach verschieden langem Aufenthalt in den Giftlösungen sorgfältig in mehrfach gewechseltem Wasser gewaschen und in reinem Wasser gehalten. Die Möglichkeit, die Wirkung des Insektenpulvers zu überwinden, ist abhängig von der Einwirkungsdauer des Giftes. Tiere, die bis zu etwa einer Stunde in den Insektenpulversuspensionen verweilt hatten, erholten sich bis zum nächsten Tage. Tiere, die aber länger dem Gifte ausgesetzt worden waren, zeigten auch noch nach drei Tagen die typischen Krämpfe. Eine Wiederherstellung scheint in diesem Falle nicht mehr möglich zu sein.

Nach diesen orientierenden Versuchen legte ich das Hauptgewicht auf die Untersuchungen der morphologischen und physiologischen Veränderungen, die wir unter dem Einfluß dieses Giftes beobachten können.

Die ununterbrochenen Krämpfe der Tiere legten die Frage nahe, ob wir es hier mit einer spezifischen Wirkung des Giftes auf die kontraktilen Elemente zu tun haben, oder ob sich die Wirksamkeit des Pyrethrins auf bestimmte Teile der Muskulatur beschränkt.

Eine Entscheidung hierüber vermag die Beobachtung des Herzens und seiner Funktion zu geben. Das Herz ist am Rücken der durchsichtigen Larve sehr leicht zu beobachten. Bei normalen Kontrolltieren beobachtete ich etwa 21—24 Kontraktionen in der Minute. Die gleichen Werte ergaben vergiftete Tiere noch eine Stunde nach dem Beginn der Krämpfe. Erst am nächsten Tage zeigte sich eine Herabsetzung der Frequenz auf 15 Kontraktionen in der Minute. Nach mehreren Tagen zählte ich allerdings nur noch 4—6 Schläge in der Minute.

Diese Zahlen sind natürlich nicht absolut zu nehmen, da sich die einzelnen Individuen sehr verschieden verhalten. Stets aber nimmt die Herzfrequenz mit der Einwirkungsdauer des Giftes ab. Trotzdem möchte ich annehmen, daß wir es hier mit einer indirekten Wirkung des Insektenpulvers zu tun haben. Es scheint mir, als ob die Verlangsamung der Pulsationen im Zusammenhang steht mit der starken Schwächung, die das

Tier durch die Krämpfe erfährt. Möglicherweise spielt auch der Turgorverlust der vergifteten Tiere bei dieser Herabsetzung der Herzfrequenz eine Rolle.

Da bei den Insekten das Blut — genauer daher auch die Hämolymphe — nicht die Aufgabe des Sauerstofftransportes hat, spielt das Herz bei ihnen eine weniger bedeutungsvolle Rolle, als bei den Wirbeltieren. Es wäre daher auch unwahrscheinlich, daß eine Lähmung der Herztätigkeit als die ausschlaggebende Wirkung des Insektenpulvers angesprochen werden kann.

Auch der Darm und seine Anhangsdrüsen, insbesondere die Malpighischen Gefäße zeigen selbst in den schwersten Vergiftungsfällen, wenn die Tiere schon ganz zusammengeschrumpft sind, noch immer ein ganz normales Aussehen. Vielleicht ist die Peristaltik des Darmes ein wenig verstärkt. Da diese aber auch bei normalen Tieren sehr unregelmäßig ist, läßt sich darüber nichts Genaueres sagen.

Jedenfalls zeigte die normale Beweglichkeit von Herz und Darm, daß die Organ-Muskulatur vom Pyrethrin nicht beeinflußt wird.

Nennenswerte Veränderungen zeigen aber die drei, jetzt noch zu besprechenden Organsysteme: Haut, Muskulatur und Nervensystem.

Die Haut zeigt allerdings morphologisch sichtbare Veränderungen erst, wenn das Insektenpulver etwa einen Tag lang eingewirkt hat. Normalerweise hat die Haut der Corethralarve ein gleichmäßig klares Aussehen. Nach etwa eintägiger Einwirkung des Insektenpulvers aber sehen die Tiere scheckig aus. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß die Hypodermiszellen, die in dünner Lage unter dem Chitinpanzer liegen, sich an den dunkler erscheinenden Stellen vom Chitin abgelöst haben. An anderen Stellen sind sogar Vakuolen in den Hypodermiszellen aufgetreten oder diese haben sich abgerundet und voneinander getrennt. Im letzteren Falle findet man dann einzelne dieser abgelösten Zellen frei in der Leibesböhle schwimmend.

Eine Schädigung der Haut durch das Insektenpulver war eigentlich vorauszusehen. Die Corethralarven bieten nämlich einem Gifte nur zwei physiologisch verschiedene Zugänge: den Darm und die Körperoberfläche. Das Tracheensystem ist bei diesen Larven noch nicht in Funktion getreten und geschlossen, so daß wir es bei der Frage nach der Eintrittstelle des Giftes vernachlässigen können. Es liegt natürlich in dieser Ausschaltung des Tracheensystems ein wesentlicher Vorteil für unsere Untersuchungen, da wir es nicht zu berücksichtigen brauchen.

Vom Darme aus könnte das Insektenpulver nur wirksam werden, wenn in der kurzen Zeit von zwei Minuten, die zur Einwirkung des Giftes notwendig sind, nachweisbare Mengen von Wasser in den Darm aufgenommen würden. Um über diese Voraussetzung Klarheit zu gewinnen, brachte ich die Larven in Wasser, das mit Tusche versetzt war.

Nur in einzelnen Fällen und nach langem Aufenthalt in der Tuschelösung konnte die Tusche im Darm nachgewiesen werden. Wir dürfen daher mit großer Wahrscheinlichkeit die Darmoberfläche bei unseren Untersuchungen als unbeteiligt an der Vergiftung betrachten.

So bleibt also nur die Körperoberfläche als der Angriffspunkt für die Wirksamkeit des Insektenpulvers übrig. Mit dieser Annahme vertragen sich dann auch sehr gut die direkt beobachteten Schädigungen der Hypodermiszellen. Daß die Einwirkung des Insektenpulvers erst nach verhältnismäßig langer Zeit an den Hypodermiszellen morphologisch erkennbar wird, spricht nicht gegen diese Ansicht; denn bei der außerordentlichen Stärke dieses Giftes können genügende Mengen davon durch die Hypodermiszellen in den Körper eindringen, ehe die Veränderungen einen so starken Grad erreicht haben, wie ich ihn oben schilderte. Schließlich spricht ja auch noch für eine Schädigung der Haut der Turgorverlust, den wir an den Tieren in der Giftwirkung beobachten. Es scheint die Körperhöhlenflüssigkeit durch die geschädigte Hypodermis austreten zu können.

Nun stünde zwar nichts im Wege, letztere Erscheinungen auch durch eine Permeabilitätsverminderung der Darmwand zu erklären. Da wir aber an dieser — im Gegensatz zur Haut — auch bei stärkster und tagelanger Giftwirkung keine Veränderungen sehen, liegt es wohl näher, die Haut dafür verantwortlich zu machen.

Im Gegensatz zur Haut, die erst verhältnismäßig spät morphologisch verändert scheint, sehen wir in der quergestreiften Körpermuskulatur schon eine Viertelstunde nach dem Einsetzen in die Insektenpulveraufschwemmung Vakuolen auftreten. Zunächst sieht man diese im Sarkoplasma, später treten sie auch am Rande des Muskelfasernbündels auf. Auch Spalten beobachtet man in den ersten Stunden der Krämpfe. Sie gehen aber am nächsten Tage meist wieder verloren, sind also wenigstens teilweise durch die Überanstrengung der Muskeln durch die andauernden Krämpfe bedingt.

Unter dem Einfluß des Turgorverlustes der Tiere verlieren die Muskeln ihre normale Spannung. In den mit Insektenpulver vergifteten, kollabierten Tieren sehen wir daher, daß die Muskeln ihre glatten Konturen verloren haben und dicker und wellig begrenzt erscheinen.

Dieses gilt in ähnlicher Weise vom Nervensystem der Corethralarven. Dieses beansprucht unser besonderes Interesse. Wie schon die Vergiftungssymptome zeigen und wie daher schon verschiedentlich vermutet wurde, sind die Nerven der eigentliche Angriffspunkt des Insektenpulvers.

An den Corethralarven ist das Bauchmark sehr leicht zu beobachten, wenn man sie auf dem Objektträger auf den Rücken legt. Es erscheint am Bauche der Tiere als zwei durchsichtige Nervenstränge, die in jedem Segment durch ein Ganglion verbunden sind. Von diesen Ganglien, in

denen auch die Nervenzellen gelagert sind, zweigen die Nerven ab, die die Muskulatur und die Sinnesorgane versorgen.

Nach länger andauernder Einwirkung des Insektenpulvers erscheint das Bauchmark — abgesehen von der durch den Turgorverlust bedingten Wellung seiner Konturen — schon bei schwachen Vergrößerungen trübe. Stärkere Vergrößerungen zeigen, daß sowohl in den Ganglien, wie auch in den Nervensträngen unter der Einwirkung des Insektenpulvers ungezählte Vakuolen aufgetreten sind. Besonders auffallend sind sie in den Ganglien, in denen sie häufig so gedrängt liegen, daß sie ihnen ein schaumiges Aussehen geben. Auch in den Nerven, die vom Bauchmark abzweigen, liegen Vakuolen. Bemerkenswerterweise sind die Vakuolen häufig symmetrisch in den Nervensträngen angeordnet.

Die Vakuolenbildung in den Nerven kann man auch direkt unter dem Mikroskop verfolgen. Die Bildung der Vakuolen fällt nicht mit dem Auftreten der Krämpfe zusammen. Erst etwa 10—20 Minuten nach dem Beginn der Krämpfe sieht man die ersten Vakuolen. Immerhin muß man berücksichtigen, daß das Auftreten solch offensichtlicher Schädigungen schon eine weitgehende Degeneration bedeutet und daß ohne Zweifel die ersten Anfänge zur Vakuolenbildung sehr viel weiter zurückliegen müssen.

Auch in sehr verdünnten Lösungen des Insektenpulvers, deren Konzentration an der Grenze der Wirksamkeit lag, konnte ich trotz der typischen Krämpfe auch nach tagelanger Einwirkung keine Vakuolen finden. In allen stärkeren Lösungen sah ich aber ausnahmslos Vakuolen auftreten.

Die Lage der Vakuolen in den Bauchmarkssträngen, die ja frei von Ganglienzellen sind, zeigt, daß sie in den Nervenfasern liegen und nicht an die Nervenzellen gebunden sind. Dieser Befund wurde bestätigt durch die Untersuchung von Mikrotomschnitten. Die Abbildung 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein normales Bauchganglion, die Abbildung 2 einen solchen nach mehrstündiger Einwirkung des Insektenpulvers. Die Vakuolen sind in der Nervenfasermasse des letzteren ohne weiteres auffallend. Die Nervenzellen selbst zeigen weder am lebenden Tier noch in den Schnittpräparaten irgendwelche Veränderungen. An welcher Stelle der Nervenfasern, ob in diesen selbst oder in ihren Hülsen, die Vakuolen liegen, konnte ich nicht erkennen.

Für praktische Zwecke ist übrigens die Untersuchung von Schnittpräparaten überflüssig, da die Vakuolen am lebenden Tier sehr viel schneller und mit viel größerer Sicherheit gefunden werden können.

Es bleibt noch die Frage zu erörtern, ob nicht etwa die Vakuolen durch eine indirekte Einwirkung hervorgerufen werden. Als eine solche würde ich z. B. eine übermäßige Säureproduktion der durch die Krämpfe überanstrengten Muskeln ansehen. Hiergegen spricht zunächst, daß ich bei minimalen Insektenpulverkonzentrationen tagelang Krämpfe beobachtete, ohne daß Vakuolen gebildet wurden.

Es wurde auch der entgegengesetzte Versuch gemacht, nach Ausschaltung der Krämpfe das Insektenpulver zur Wirkung zu bringen. Curarelösungen erwiesen sich leider als unwirksam. Dagegen war es möglich, mit Hilfe von Ätherwasser die Tiere zu betäuben und durch die Narkose die Krämpfe zu unterdrücken. Nach der Betäubung mit diesem Mittel wurde dem Ätherwasser Insektenpulver zugesetzt. Die Tiere lagen trotz der Einwirkung des Giftes vollkommen ruhig, nur Herz und Darm zeigten schwache Tätigkeit.

Trotz der fehlenden Krämpfe ließen sich auch jetzt wieder nach Ablauf einer Stunde die Vakuolen in den Nerven beobachten. Kontrolltiere, die die gleiche Zeit in reinem Ätherwasser gelegen hatten, wiesen keine einzige Vakuole auf. Der Ausfall dieses Versuches spricht sehr dafür,

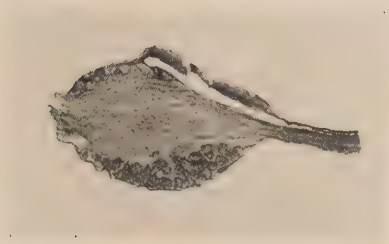


Abb. 1. Längsschnitt durch ein normales Bauchganglion von Corethra

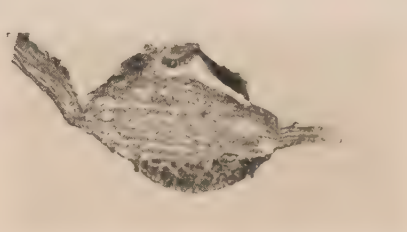


Abb. 2. Längsschnitt durch ein Bauchganglion von Corethra mit Vakuolenbildung infolge starker Insektenpulverwirkung.

daß wir es in der Vakuolenbildung mit einer direkten Wirkung des Insektenpulvergiftes auf die Nerven zu tun haben.

Die besondere Wirksamkeit des Insektenpulvergiftes dürfen wir daher wohl überhaupt in der spezifischen Wirkung auf das Nervensystem der Insekten sehen.

Zur Ergänzung meiner Erfahrungen über die Einwirkung des Insektenpulvers an den Corethralarven machte ich noch einige Versuche mit anderen Insekten. Mit Ausnahme der Stabheuschrecken erwiesen sich alle Insekten als sehr empfindlich gegen dieses Gift. Schaben usw. verfielen nach wenigen Minuten in die charakteristischen Krämpfe. Nur an den Stabheuschrecken konnte ich selbst nach dreitägigem Aufenthalt im Insektenpulver mit Sicherheit keine Vergiftungserscheinungen feststellen.

Die Untersuchungen an den Landinsekten stoßen dadurch auf große Schwierigkeiten, daß eine Beobachtung der Organfunktion bei ihnen schwierig ist. Bei Mehlkäfern gelang es mir nach Entfernung der Flügel durch die durchschimmernde Rückenhaut das Herz zu beobachten und auch an diesem Objekt zu bestätigen, daß das Insektenpulver keine Einwirkung auf die Tätigkeit des Insektenherzens hat.

Die für die Corethralarven so charakteristischen Vakuolen im Nervensystem konnte ich am Mehlkäfer nicht wiederfinden. Zum Zweck der

Untersuchung präparierte ich das Bauchmark unter absolutem Alkohol aus den vergifteten Tieren heraus, färbte es und schloß es in Kanadabalsam ein. Möglicherweise sind aber bei diesem, mit einem harten Panzer versehenen Insekt die eintretenden Giftmengen so gering, daß sie nicht imstande sind, gröbere Veränderungen am Nervensystem hervorzurufen. Auch bei *Corethra* fanden wir ja ein Fehlen der Vakuolenbildung in schwachen Insektenpulversuspensionen.

Bei den Landinsekten steht wohl immer noch die Frage offen, an welcher Stelle das Insektenpulver eindringt. Es wird vielfach angenommen, daß die Tiere das Insektenpulver mit dem Munde berühren müssen, damit es wirksam wird. Nach meinen Erfahrungen trifft dieses für den Mehlkäfer nicht zu.

Ich spannte den Hals eines Mehlkäfers ganz eng in eine Gummimembran, die von einem chirurgischen Fingerling herstammte, so ein, wie es die Abbildung 3 zeigt. Die Gummimembran mit dem Käfer spannten ich über die Öffnung eines Glasröhrchens und hatte nun die Möglichkeit, streng getrennt auf Kopf oder Rumpf das Gift einwirken zu lassen. Ganz eindeutig ließen diese Versuche erkennen, daß beim Bestreuen des Rumpfes mit dem Giftpulver die Krämpfe in der normalen Zeit — nach wenigen Minuten — einsetzten, während ein Bestreuen des Kopfes erst nach vielen Stunden wirksam war.

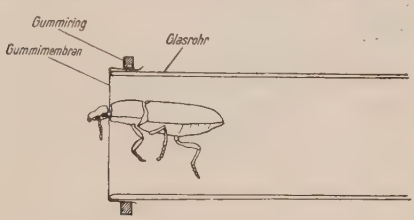


Abb. 3. Vorrichtung zur lokalisierten Einwirkung des Insektenpulvers auf den Kopf oder den Rumpf.

Offen steht natürlich noch immer die Frage, ob das Insektenpulver auf Landinsekten direkt durch die Körperhaut oder auf dem Wege durch die Tracheen wirksam wird. Es sind verschiedene Gründe, die mir letztere Annahme unwahrscheinlich erscheinen lassen. Erstens zeigen meine Befunde an der Corethralarve, daß das Vorhandensein offener Tracheen für die Giftwirkung nicht erforderlich ist. Zweitens wirken Insektenpulversuspensionen auch auf Wasserkäfer und in diesem Falle ist es schwer verständlich, auf welchem Wege das Pulver unter Wasser in die Tracheen eindringen soll. Es muß also durch den Panzer der Käfer wirken. Drittens ist es auch kaum möglich, daß bei den komplizierten Verschlußeinrichtungen der Tracheen überhaupt irgendwelche Partikel in diese eindringen können, und viertens würden wir auch wenig gewonnen haben, wenn uns der Nachweis von Insektenpulver in den Tracheengängen glückt: sind doch diese mit demselben Chitinüberzug versehen wie die Körperoberfläche.

Nach den Ergebnissen meiner Versuche vermute ich eher, daß die minimalen Dosen, die zur Vergiftung nötig sind, auch durch die dünnen Stellen der Körperhaut an den Gelenkhäuten eindringen können.

Zusammenfassung.

Es wird die Einwirkung von Insektenpulversuspensionen auf die Organe der durchsichtigen Corethralarven an lebenden Tieren untersucht. Es lassen sich morphologische Veränderungen an der Hypodermis, den Muskeln und den Nervenfasern beobachten. Die Schädigung des Nervensystems darf als der wesentliche Punkt der Insektenpulverwirkung angesehen werden.

Literatur.

Sahling, Th., Über das wirksame Prinzip von Pyrethruminsektenpulvern und eine neue biologische Methodik ihrer Wertbestimmung. (Hierin ein ausführliches Literaturverzeichnis.) Zeitschr. f. Desinfektion u. Gesundheitswesen. 1928.

Staudinger und Ruzicka, Über Isolierung und Konstitution des wirksamen Teils des dalmatischen Insektenpulvers. Helvetica Chimica Acta Bd. VII.

Staudinger und Harder, Insektentötende Stoffe. 12. Mitteilung. Über die Gehaltsbestimmung des Insektenpulvers. Ann. Acad. Sc. Fennicae. Ser. A, Bd. 18.

Beitrag zur Epidemiologie der Brachfliegen[1])schäden (Hylemyia coarctata Fall.).

Von

H. Bremer.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

(Mit 1 Abbildung.)

Der Versuch Schnauers (1929), das Schadgebiet der Brachfliege innerhalb Deutschlands in seiner klimatischen Bedingtheit zu erfassen, gipfelt in der Feststellung, daß dasselbe „nicht über die Südgrenze der Zone hinausgeht, in der eine Tagestemperatur von 10° und mehr $5^1/_2$ Monate anhält. Da die Blumenfliege nur eine Generation jährlich aufweist, scheint ihr Schadgebiet an Zonen mit kurzer Vegetationszeit gebunden zu sein, damit die Zeit der Eiablage in die Zeitspanne zwischen Ernte und Neusaat fällt, in der allein frischer, lockerer, gepflügter Boden vorhanden ist" (S. 607). Die in dem letzten Satze gegebene Begründung ist plausibel angesichts der bekannten Eigentümlichkeit der Fliege, Brach- oder bracheähnliche Felder bei der Eiablage zu bevorzugen.

Es schien erwünscht, die Feststellung über die klimatische Bedingtheit des Schadgebietes an außerdeutschen Verhältnissen nachzuprüfen. Literaturauszüge zu einer begonnenen, später aus äußeren Gründen wieder aufgegebenen Untersuchung über das Brachfliegenproblem wurden zu diesem Zwecke ausgewertet.

Das Massenverbreitungsgebiet (Bremer 1929, S. 169) von *Hylemyia coarctata*, also dasjenige Gebiet, in welchem es schon zu stärkeren Brachfliegenschäden gekommen ist, wird in Abb. 1 veranschaulicht. Es umfaßt im wesentlichen die Nordhälfte von Europa, soweit Wintergetreidebau getrieben wird[2]).

---

[1]) Über den Ersatz des Namens „Getreideblumenfliege" durch „Brachfliege" s. Bremer (1929, S. 70) und Rostrup-Thomsen (1931).

[2]) Das gesamte Verbreitungsgebiet von *Hylemyia coarctata* scheint auf Teile von Europa und Asien beschränkt zu sein. In Nordamerika ist die Fliege nicht gefunden worden; die entgegenstehende Angabe von Aldrich (1905) beruht nach einer schriftlichen Mitteilung aus dem Bureau of Entomology des U. S. Department of Agriculture auf einem Irrtum.

Die genannte Begrenzung stützt sich u. a. auf folgende Meldungen: Dänemark: Jahresberichte über Auftreten von Krankheiten an Kulturpflanzen im Acker- und Gartenbau in Tidsskrift for Planteavl; Deutschland: Schnauer (1929); Frankreich: Marchal (1909) (Dept. Nord); Großbritannien: Berichte aus dem Landwirtschaftsministerium (Fryer), Transactions of the Highland and Agricultural Society of Scotland (McDougall), Journal of the Royal Society of Agriculture (Warburton), Carpenter (1901—1908), Gemmill (1927), Petherbridge (1921); Holland: de Jong (1926), van Poeteren

Abb. 1. /// Gegenden, aus denen Meldungen von starkem Brachfliegenbefall dem Verfasser bekannt geworden sind. ○ Wetterstationen mit $\geq 10^{0}$ C während $< 5^{1}/_{2}$ Monaten. ◐ Wetterstationen mit $\geq 10^{0}$ C während $> 5^{1}/_{2}$ Monaten.

(1928), Ritzema Bos (1913); Polen: Ruszkowski (1928) (Posen), Woroniecka (1924) (Lublin, Kielce); Rußland: Baranow (1912/13, 1914) (Moskau), Dobrowljanski (1915) (Kiew), Jaroslawzew (1928) (Smolensk), Kreiter (1928) (Leningrad), Kurdjumow (1913, 1914) (Poltawa), Mizerowa (1915) (Orel), Pisnjatschewsky (1929) (Nischnij-Nowgorod), Sopotzko (1913) (Tula), Sudeikin (1913) (Woronesch); Schweden: Lundblad (1927) (Südschweden), Tedin (1905) (nördlich bis Hälsingland), Tullgren (1913) (Südschweden).

Auf Abb. 1 sind gleichzeitig eine Reihe von Orten vermerkt, deren Sommertemperatur nach Clayton (1927) auf die von Schnauer genannte

Bedingung nachgeprüft wurde; die Erhebungen ermöglichten die Fortführung der Schnauerschen Zonengrenze nach Osten und Westen. Es ergibt sich, daß östlich von Deutschland das Massenverbreitungsgebiet der Brachfliege tatsächlich nicht über diese Linie südlich hinausgeht. Dagegen ist das im Westen der Fall: aus Holland, Nordfrankreich, England, Irland sind Brachfliegenschäden gemeldet worden, obwohl dort eine Tagestemperatur von mindestens 10° mehr als $5^1/_2$ Monate anhält. Es handelt sich hierbei auch nicht um vereinzelte Vorkommen: in England z. B. ist Massenauftreten der Brachfliege recht häufig.

Positive Schlüsse aus diesen Ergebnissen zu ziehen, ist ohne eingehende ökologische Analyse der Massenvermehrung von *Hylemyia coarctata* unmöglich. Der Hinweis mag genügen, daß die Annahme von Schnauer nur für kontinentales Klima zutrifft, im ganzen also mindestens zu eng gefaßt ist.

Es wurde weiterhin versucht, die vorliegenden Daten über stärkere Brachfliegenschäden in Beziehung zu der jeweils herrschenden Witterung zu setzen, und somit einen Einblick in die Bedingungen für den Ausbruch einer Einzelepidemie zu erhalten. Die bisherigen Anschauungen darüber sind außerordentlich widerspruchsvoll: Nach einem strengen Winter findet Jungner (1904) in Ostdeutschland den Befall verstärkt, Zimmermann (1911) in Mecklenburg abgeschwächt. Nach Hedlund (1907) ist der Schaden in warmen Frühjahren verstärkt, weil dann die Larven zu Beginn der Vegetation schon größer sind, und Zimmermann (1907) findet ebenfalls in warmen Frühjahren größere Schäden; andererseits hebt Hedlund hervor, daß er im warmen, trockenen Frühjahr 1906 in Südschweden oft vertrocknete Larven in den Sprossen gesehen hat. Auch nach Rostrup und Thomsen (1931) sind Eier und Larven empfindlich gegen Trockenheit, und Kleine (1918) erwartet demgemäß in Pommern stärkeren Befall nach feuchtem August; Fryer (1923) hält ebenfalls den August als den Monat der hauptsächlichen Eiablage in England für besonders kritisch bezüglich der Vermehrung des Schädlings, hat aber gerade nach kühlem August Zunahme der Schäden beobachtet. Hedlund (1922) fand bei kühlem, regnerischem Sommerwetter eine Abnahme der Schädlinge, während nach der oben genannten Schnauerschen Annahme gerade ein kühler Sommer (der ja in unserem Klima fast immer auch feucht ist), die Vermehrung begünstigen sollte.

Aufklärung finden diese zahlreichen Widersprüche wohl weniger in den Klimaunterschieden, unter welchen die verschiedenen Beobachtungen angestellt worden sind (denn sie sind nicht besonders groß), als vielmehr in der Tatsache, daß man bei Brachfliegenschäden zu wenig zwischen primären und sekundären Schadwirkungen zu unterscheiden pflegt. Schon Rostrup und Thomsen (1931) heben hervor, daß eine relativ große Zahl von Brachfliegenlarven doch ziemlich unschädlich bleiben kann, wenn das Wachstum der Wintersaat gut ist. Man wird künftig bei der epi-

Beziehungen zwischen Brachfliegenschäden und Winter- bezw. Frühjahrstemperatur.

Gegend stärkeren Schadens	Schadensjahr	Autor	Wetterdaten der Meteorologischen Station	Summe der Temperaturabweichungen in ° C	
				Dez./Febr.	März/Mai
England	1917	Fryer 1918	Greenwich	— 1,8[1])	— 5,5[1])
„	1920	„ 1923	„	+10,0[1])	+ 1,1[1])
Dänemark . . .	1903	E. Rostrup 1904	Kopenhagen	+ 3,0	+ 6,9
„ . . .	1905	S. Rostrup 1906	„	+ 3,7	+ 2,6
„ . . .	1913	Lind, Rostrup, Ravn 1914	„	+ 5,7	+ 7,6
„ . . .	1923	Gram, Rostrup 1924	„	+ 5,2	+ 1,4
Südschweden . .	1903	Hedlund 1915	Upsala	± 0,0	+ 4,8
„ . .	1905	„ 1907	„	+ 2,7	+ 1,7
Schleswig-Holstein	1926	Eigene Beobachtung	Neumünster	+ 1,2	+ 2,7
Mecklenburg . .	1920	Sachtleben 1920	Schwerin	+ 5,1	+ 8,7
Prov. Brandenburg	1905	Anonym 1905	Berlin	+ 0,7	+ 0,5
„ „	1920	B. R. A. 1922[2])	„	+ 6,9	+ 9,2
Prov. Sachsen . .	1920	Sachtleben 1920	Magdeburg	+ 7,5	+ 9,6
„ „ . .	1923	B. R. A. 1927[3])	„	+ 5,2	+ 1,3
„ „ . .	1928	Müller 1928	„	+ 1,0	— 1,5
Prov. Preußen .	1922	B. R. A. 1927[3])	Königsberg	— 7,6	+ 0,9
Mittelrußland . .	1913	Kurdjumow 1914			
		Baranow 1914	Moskau	+ 4,1	+ 4,2
		Mizerowa 1915			

demiologischen Analyse der Schäden unterscheiden müssen zwischen den Bedingungen, welche die Massenvermehrung von *Hylemyia coarctata* fördern oder hemmen, und denjenigen, von welchen die Entwicklungsgeschwindigkeit der Wirtspflanzen abhängt.

Mit dem bisher vorliegenden Material an Schadensfeststellungen läßt sich diese Analyse nicht durchführen. Trotzdem wurde es zu dem Versuch verwendet, Beziehungen zwischen der Schadensstärke in bestimmten Gegenden und Jahren und den jeweiligen Wetterverhältnissen zu finden. Dabei ließ sich eine Beziehung nicht feststellen zwischen der Schadensstärke und der Niederschlagshöhe oder Temperatur im Juli/August oder August des Vorjahres (der Flug- und Eiablagezeit der Weibchen bezw. der sommerlichen Entwicklungszeit der Eier); auch die Richtung der Temperaturabweichung im ganzen Vorsommer (Mai/September) eines Schadjahres erwies sich jeweils als verschieden. Möglicherweise besteht jedoch

[1]) In ° F.

[2]) Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1920. Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt Heft 23, 1922.

[3]) Desgl. 1922—24. Ebenda Heft 30, 1927.

eine gewisse Abhängigkeit der Schadensgröße von der Temperatur des Winters und des Frühjahrs; jedenfalls scheint das aus den in der vorstehenden Tabelle niedergelegten Daten hervorzugehen.

In der überwiegenden Mehrzahl der hier angeführten Fälle ging dem Schaden ein zu warmer Winter (14 von 17) und ein zu warmes Frühjahr (15 von 17 Fällen) voraus. Wahrscheinlich ist unter diesen Wetterverhältnissen die oben genannte Schadensbedingung erfüllt, daß die Larven bei Beginn der Vegetationsperiode schon ziemlich groß sind (Hedlund 1907). In diesem Zusammenhang bleibt der Unterschied in den Wärmeansprüchen der Entwicklung von *Hylemyia coarctata* und ihren Wirtspflanzen zu untersuchen. Zwischen der Niederschlagsmenge im Winter und Frühjahr und der Schadensstärke war eine Beziehung nicht zu finden. Im übrigen ist es nicht ganz leicht, nach den Angaben der Literatur klar festzulegen, was ein Brachfliegenschadjahr ist. In der Tabelle verwertet wurden die Fälle, in denen mehrere Beobachter gleichzeitig über Schaden berichten oder die Stärke des Schadens als auffällig und verbreitet bezeichnet wird. Auf die hier liegende Fehlerquelle muß trotzdem hingewiesen werden; die gefundene Beziehung ist auch vorläufig rein statistischer Natur und gibt nicht die einzige Bedingung für Brachfliegenschäden, wie schon aus dem Vorkommen von Abweichungen (z. B. England 1917, Preußen 1922) ersichtlich ist.

Für die praktische Voraussage von Brachfliegenschäden ist mit ihr noch nicht viel gewonnen. Weiter helfen kann nur die ökologische Analyse und die weitere statistische Aufnahme der Schäden. Als Arbeitsmethoden mögen die Feststellung von Eiermengen im Boden (Gemmill 1927, Bremer 1929) während des Herbstes, die neuerdings bereits zu Erfolgen in der Prognose geführt hat (Crüger und Körting 1930), und Zählungen befallener Sprosse je Flächeneinheit im Frühjahr empfohlen werden.

Verzeichnis der angeführten Schriften.[1])

1. Aldrich, J. M. 1905. A catalogue of North American Diptera. Smithsonian Misc. Coll. Vol. 46 Nr. 1444.
2. Baranow, A. D. 1912/13. Krankheiten der Feldgewächse. Veröff. Semstwo Gouv. Moskau, 83—101. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Entom. A 1, 1913, 213.
3. — — 1914. Krankheiten der Feldgewächse. (Russisch.) Moskau. Ref. in Rev. Appl. Ent. A 2, 1914, 370—372.
4. Bremer, H. 1929. Zur Methodik epidemiologischer Untersuchungen von Getreidefliegen-Kalamitäten. Anz. f. Schädlingsk. 5, 70—73.
5. — — 1929. Beitrag zur Epidemiologie der Rübenfliegenkalamität. Arb. Biol. Reichsanstalt 17, 103—193.
6. Carpenter, G. H. 1899/1909. Injurious Insects observed in Ireland during the years 1901—1908. Econ. Proc. Roy. Soc. Dublin 1, 132 ff.
7. Clayton, H. H. 1927. World Weather Records. Smithsonian Misc. Coll. Vol. 79.

[1]) Hier sind nur Einzelarbeiten angeführt, verwendete Berichtsreihen siehe im Text.

8. Crüger, O. und Körting, A. 1931. Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. Pflkr. 41, 49 bis 61.
9. Dobrowljansky, W. W. 1915. Bericht über die Arbeiten der Kiewer Station für Pflanzenschädlingsbekämpfung des Südrussischen Landwirtschaftlichen Syndikats für 1914. Entomol. Abteilg. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 3, 1915, 638—641.
10. Fryer, J. C. F. 1918. Report on the occurrence of insect and fungus pests on plants in England and Wales in the year 1917. London.
11. — — 1923. Insect pests of crops 1920—1921. London.
12. Gemmill, J. F. 1927. On the life-history and bionomics of the wheat bulb fly *(Leptohylemyia coarctata* Fall.). Proc. Roy. Phys. Soc. 21, 133—158.
13. Gram, E., und Rostrup, S 1924. Oversigt over Sygdomme hos Landbrugets og Havebrugets Kulturplanter i 1923. Tidsskr. Planteavl 30, 361—414.
14. Hedlund, T. 1907. Om sjukdomer och skador å landtbrüksväxter i Malmöhus län. Malmöhus läns Kungl. Hushållnings-Sällskaps Kvartalsskr. 752—774.
15. — — 1915. Om rågflugans bekämpande. Tidskr. f. Landtmän 36, 500—503, 507—515.
16. — — 1922. Rågflugans utdöende i Skåne sommaren 1922. Sver. Allm. Jordbr. tidskr. Nr. 41, 641—644.
17. Jaroslawzew, G. M. 1928. Durch Insekten verursachte Schädigungen im Jahre 1927. Zapadn. Obl. S.-Ch. Op. Stantz no. 29 (Ent. Otd. no. 1). (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 17, 1929, 135—136.
18. de Jong, W. H. 1926. Smalle graanvlieg (*Hylemyia coarctata* Fall.) en fritvlieg (*Oscinis frit* F.). Verslag en Meded. Plantenziektenk. Dienst 45. Ref. in Rev. Appl. Ent. A 15, 1927, 108—109.
19. Jungner, J. R. 1904. Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe Getreidekrankheiten während der letzten Jahre. Ztschr. Pflkr. 14, 321—347.
20. Kleine, R. 1918. Die Getreideblumenfliege, *Hylemyia coarctata* Fall., diesjährige Beobachtungen in Pommern. Ztschr. ang. Ent. 4, 16—24.
21. Kreiter, E. A., 1928. Dipterenlarven an Grasgewächsen im Gouvernement Leningrad. Jsw. Otd. prikl. Ent. 3, 251—264. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. 17, 1929, 142—143.
22. Kurdjumow, N. W., 1913. Die wichtigeren schädlichen Insekten an Getreide in Mittel- und Südrußland. Untersn. Landw. Versuchsstat. Poltawa Nr. 17, Abt Landw. Ent. Nr. 6. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. 12, 1914, 170—173.
23. — — 1913. *Adia genitalis* Schnabl und *Leptohylemyia coarctata* Fall., Trudy Polt. Selsko-Chasaistw. Apytnoc Stancii 21. Poltawa. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 2, 1914, 350.
24. Lind, J., Rostrup, S., und Kølpin Ravn, F., 1914. Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1913. Tidsskr. Planteavl 21, 188—222.
25. Lundblad, O., 1927. Skadedjur i Sverige Åren 1922—1926. Medd. No. 317 fr. Centralanst. f. försöksv. på jordbr. Landbruksent. avd. No. 51.
26. Marchal, P., 1909. *L'Hylemyia coarctata* Fall. dans le Nord de la France. Bull. Soc. Ent. France 196—197.
27. Miserowa, F, 1915. Bericht über die Arbeiten des Entom. Bur. v. Orel und Überblick über die im Gouv. Orel 1913 beobachteten Pflanzenkrankheiten. Veröff. Semstwo Gouv. Orel. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 4, 1916, 162—164.
28. Müller, K. R., 1928. Pflanzenkrankheiten, die der Landwirt jetzt in den Kulturen beobachten kann. Landw. Wochenschr. Prov. Sachsen 30, 517—518.
29. Petherbridge 1921. Observations on the life history of the wheat bulb fly. Jl. Agr. Sci. 11, 99—105.

30. Pisnjatschewsky, A. A., 1928, Programm und vorläufige Ergebnisse des Feldversuchslab. des Pflanzenschutz-Instituts für Nischnij-Nowgorod . . . 1924/25. Auszug in Jsw. Otd. prikl. Ent. 3, 317—319. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 17, 1929, 144.
31. van Poeteren, N., 1928. Verslag over de Werkzaamheden van den Plantenziektenk. Dienst in het Jaar 1926. Ref. in Rev. Appl. Ent. A 16, 1928, 341.
32. Ritzema Bos, J., 1913. Plantenziekten door dieren veroorzaakt. Meded. Rs. Hoog. Land-, Tuin- en Boschbouwschool no. 3, 133—158. Ref. in Rev. Appl. Ent. A 1, 1913, 386.
33. Rostrup, E., 1904. Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1903. Tidsskr. Planteavl 11, 395—421.
34. Rostrup, S., 1906. Nogle Plantesygdomme, foraersegede af Dyr, i 1905. Tidsskr. Planteavl 13.
35. — — und Thomsen, M., 1931. Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin.
36. Ruszkowski, J. W., 1928. Beobachtungen über Getreidefliegen in Posen 1921 bis 1927. Rocz. Nauk rol. leś. 19. (Polnisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 16, 1928, 497.
37. Sachtleben, H., 1921. Auftreten der Fritfliege und der Getreideblumenfliege im Jahre 1920. Dtsche. Landw. Presse 48, 177.
38. Schnauer, W., 1929, Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. ang. Ent. 15, 565—627.
39. Sopotzko, A., 1913. Bericht der Entom. Station des Gouv. Tula für 1912. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 1, 1913, 483—484.
40. Sudeikin, G. S., 1913. Krankheiten der Feldfrüchte im Gouv. Woronesch im Jahre 1912. Veröff. Semstwo Woronesch. (Russisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 2, 1914, 33—36.
41. Tedin, H., 1905. Råg-eller Hveteflugan *(Anthomyia eller Hylemyia coarctata* Fall.). Sveriges Utsädesfören. Tidskr. 15, 69—74.
42. Tullgren, A., 1913. Skadedjur i Sverige År 1911. Medd. No. 73 fr. Centralanst. f. jordbruksförsök. Ent. avd. No. 13.
43. Woroniecka, J., 1924. Schäden an landw. Kulturpflanzen, beobachtet in den Distrikten von Lublin und Kielce 1924. Mém. Inst. nat. polon. Écon. rur. Pulawy 5, 379—392. (Polnisch.) Ref. in Rev. Appl. Ent. A 13, 1925, 213—214.
44. Zimmermann, H., 1907. Bericht der Hauptsammelstelle Rostock für Pflanzenschutz in dem Gebiete von Mecklenburg-Schwerin im Jahre 1906. Ldw. Annal. 46, No. 5—10.
45. — —, 1911. Über das Massenauftreten namentlich schädigender Insektenformen. Ztschr. Pflkr. 21, 257—269.
46. Das Auftreten eines wenig bekannten Roggenschädlings. Ill. Landw. Ztg. 1905, 288.

Die Brutbildtypen der einheimischen rindenbrütenden Borkenkäfer.

Von

Prof. Dr. **H. Prell,** Dresden-Tharandt.

Bei einer jeden zusammenfassenden Behandlung der Borkenkäfer und ihrer Biologie macht es sich erforderlich, auch einen Überblick über die verschiedenen Formen zu geben, welche ihr Brutbild anzunehmen vermag. Das ist um so notwendiger, als ja das Aussehen der Brutbilder bei den einzelnen Arten eine ziemlich weitgehende Beständigkeit aufweist, so daß in sehr vielen Fällen eine Bestimmung der Art ebenso sicher nach dem Brutbilde wie nach dem Käfer selbst erfolgen kann.

Die große Gleichmäßigkeit im Aussehen des Brutbildes bei der einzelnen Art und die erhebliche Verschiedenheit im Aussehen der Brutbilder verschiedener Arten legen es nun nahe, eine gewisse planmäßige Gruppierung der Fraßbildtypen zu versuchen. Hierbei können einerseits die verschiedenen Wege, welche der Brutpflegeinstinkt der Borkenkäfer gegangen ist, einander gegenübergestellt werden, andererseits können aber auch die Beziehungen zwischen den einzelnen Brutbildformen, sei es nach ihrer Entstehung, sei es nach ihrer Bedeutung hin, beleuchtet werden.

Aus diesen Gründen erscheint es selbstverständlich, daß in allen eingehenderen Werken über die Biologie der Borkenkäfer, und somit insbesondere in den Lehrbüchern der Forstentomologie, Zusammenstellungen der wichtigsten Brutbildformen gegeben sind. Diese Zusammenstellungen sind in durchaus verschiedener Weise vorgenommen worden, wie ein Blick auf die verbreitetsten Lehrbücher ohne weiteres lehrt, von denen nur drei als Beispiele herausgegriffen seien.

Das Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde von Judeich und Nitsche (S. 441) gibt die folgende Gruppierung:

A. Regelmäßige Muttergänge mit zweiseitig angebrachten Eigruben, deutlich gesonderten Larvengängen und besonderen Puppenwiegen.
   1. Einarmige, längsgerichtete Muttergänge mit quergerichteten Larvengängen.
   2. Einarmige, quergerichtete Muttergänge mit längsgerichteten Larvengängen.
   3. Zwei- oder mehrarmige, längsgerichtete Muttergänge mit quergerichteten Larvengängen.

4. Zwei- oder mehrarmige, quergerichtete Muttergänge mit längsgerichteten Larvengängen.
5. Sternförmige Muttergänge mit strahlig von denselben ausgehenden Larvengängen.

B. Unregelmäßige Muttergänge ohne Eigruben mit unregelmäßigen, verworrenen Erweiterungen durch Larvenfraß, ohne besondere Puppenwiegen.

6. Familiengänge.

In Escherichs Forstinsekten Mitteleuropas (S 434) findet sich die Gruppierung:

1. Einarmige Längsgänge.
2. Zweiarmige Längsgänge.
3. Einarmige Quergänge.
4. Zweiarmige Quergänge (auch Klammergänge genannt).
5. Sterngänge (mit 3—5 und mehr Gängen).
   a) Sterngänge mit strahlenförmig divergierenden Larvengängen.
   b) Sterngänge mit längs- oder quergerichteten Larvengängen (von verschiedenen Autoren als mehrarmige Quergänge aufgefaßt).
6. Platzgänge mit getrennten Larvengängen.
7. Platzgänge ohne getrennte Larvengänge (Rindenfamiliengänge).

Als letztes Beispiel sei noch die Gruppierung wiedergegeben, welche von Nüßlin in seinem Leitfaden der Forstinsektenkunde (II. Aufl. S. 209) angewandt und auch von Rhumbler bei der Neubearbeitung des Werkes (IV. Aufl. S. 268) beibehalten worden ist.

1. Sterngänge der polygamen Arten. Hierbei können die einzelnen Brutarme entweder gleichmäßig strahlenförmig divergieren oder mehr die Quer- oder die Längsrichtung einhalten.
2. Doppelte Lotgänge polygamer (bigamer) Arten, (wenn nur 2 ♀ eingedrungen sind); sie gehen durch dreiarmige Fraßbilder in Sterngänge über.
3. Einarmige Lotgänge monogamer Arten.
4. Ein- und zweiarmige Wagegänge.
5. Plätzgänge mit getrennten Larvengängen.
6. Plätzgänge mit verschmolzenen unregelmäßigen Larvengängen.

Bemerkenswert ist es, daß alle drei Autoren[1]) dieselbe schematische Abbildung von Nitsche als Erläuterung verwenden, nur mit der Abweichung, daß das Schema für den sechsten Typus nach Nitsches Gruppierung von den beiden anderen Autoren weggelassen wurde. Auf diese Weise ist die Handhabe geboten, um mit aller Klarheit zu zeigen, wie verschiedenartig die Beziehungen zwischen den verschiedenen Fraßbildtypen aufgefaßt worden sind.

Nitsche	1a	1b	2	3a	3b	4a	4b	5	6
Escherich	1	6	3	2	(5b)	4	(5b)	(5a)	(7)
Nüßlin	3	5	4a	2	1c	4b	1b	1a	(6)

Die Verschiedenheit der Ansichten über die Zusammengehörigkeit der Fraßbilder der Borkenkäfer beruht naturgemäß auf der ungleichen Wahl der bei der Gruppierung angewandten Einteilungsprinzipien.

---

[1]) Ausführlichere Angaben haben Spessivtseff und Wichmann gemacht, doch haben diese bei uns anscheinend noch keinen Eingang in das forstliche Schrifttum gefunden.

Nitsches Gruppierung ist rein deskriptiv. Sie fußt auf dem Aussehen des fertigen Fraßbildes, berücksichtigt aber die Entstehung dieses Fraßbildes und dadurch bedingte, weniger hervortretende Unterschiede so gut wie gar nicht. So gibt sie die Möglichkeit, nahezu jedes beliebige Fraßbild ohne weiteres einer bestimmten Gruppe einzureihen. Für den praktischen Forstmann wird das in der Regel recht begrüßenswert sein, und da sich das Lehrbuch von Judeich und Nitsche in erster Linie an den Praktiker wendet, wird man die von Nitsche gewählte Einteilung als zweckmäßig anerkennen dürfen. Der Nachteil einer jeden rein deskriptiven Gliederung pflegt nun die Möglichkeit zu sein, daß nach dem äußeren Eindrucke Dinge zusammengefaßt werden, welche auf verschiedene Weise entstanden sind, und daß Dinge auseinandergerissen werden, welche ihrer Entstehungsweise nach eigentlich zusammengehören. Eine ernsthafte Analyse mußte daher das Unbefriedigende der grob deskriptiven Behandlung der Borkenkäferfraßbilder in erheblichem Maße hervortreten lassen und führte dazu, daß von den späteren Autoren andere Einteilungen gewählt wurden.

Die Tatsache, daß weder die klare und bewußt einseitige Zielsetzung bei der Nitscheschen Gruppierung ausdrücklich hervorgehoben wurde, noch daß dieser Zielsetzung späterhin eine andere klar gegenübergestellt wurde, hat eine gewisse Unsicherheit mit sich gebracht, welche dem Verständnis für den Bau der Borkenkäferfraßbilder nicht zum Nutzen gereicht. Es erscheint daher zweckmäßig, der in erster Linie für den praktischen Gebrauch gedachten, deskriptiv orientierten, aber heute unzweifelhaft veralteten Gruppierung Nitsches eine möglichst klare neue Gruppierung gegenüberzustellen, welche sich außer auf den äußeren Eindruck vor allem auch auf die Entstehungsweise des Fraßbildes und die darauf fußenden Merkmale desselben stützt.

An der Herstellung eines vollständigen Borkenkäferfraßbildes sind zwei Generationen beteiligt, nämlich die Elterngeneration, welche die Grundlage des Fraßbildes schafft, und die Sprößlingsgeneration, welche das Fraßbild ausgestaltet. Da die Fraßleistungen beider Generationen nur locker miteinander in Beziehung stehen, erscheint es richtig, bei einer biologischen Gruppierung der Fraßbilder zunächst nur das Werk einer Generation zu berücksichtigen. Es liegt auf der Hand, daß unter diesen Umständen die Ausgestaltung des Fraßbildes durch die Sprößlingsgeneration an Bedeutung zurücksteht. Als Grundlage einer biologischen Gruppierung der Borkenkäferfraßbilder ist vielmehr der elterliche Anteil an den Fraßbildern zu wählen. Das ist um so notwendiger, als oft durch den Fraß der Sprößlingsgeneration das Werk der Elterngeneration nicht nur ergänzt, sondern überdeckt oder sogar zerstört wird.

Eine jede Gruppierung der so mannigfaltigen Brutbilder von rindenbrütenden Borkenkäfern setzt naturgemäß voraus, daß die miteinander

verglichenen Brutbilder als „normal" gelten dürfen. Die Notwendigkeit dieser Voraussetzung bedarf keiner besonderen Hervorhebung, wenn man berücksichtigt, daß der vielleicht wichtigste Unterschied der Borkenkäferbrutbilder darin besteht, daß bei einer Gruppe derselben jeweils nur ein Käferpaar an einem Brutbilde arbeitet, bei der anderen Gruppe aber normalerweise eine größere Anzahl von Käfern. Dieser Unterschied fällt aber naturgemäß dann fort, wenn ausnahmsweise auch bei der zweiten Gruppe sich bloß ein Käferpaar zur Brutbildherstellung zusammenfindet, wie das insbesondere bei *Ips typographus* des öfteren zu beobachten ist. Sieht man von solchen Ausnahmefällen ab, so erscheint die allgemeine Gliederung der Borkenkäferfraßbilder in einfache Brutbilder und zusammengesetzte Brutbilder als die genetisch bedeutungsvollste.

Weiter bildet das Bestehen oder Fehlen einer ausgesprochenen Regelmäßigkeit des Brutbildes einen sehr auffälligen Unterschied, welcher schon bei einer ersten Betrachtung mit Sicherheit sofort in die Augen fällt. Da dieser Unterschied sich überdies als weitgehend konstant erweist, ist eine allgemeine Gliederung der Borkenkäferbrutbilder in unregelmäßige Brutbilder und regelmäßige Brutbilder ohne weiteres gegeben.

Welche der beiden genannten Einteilungsgrundlagen man weiterhin als übergeordnet behandeln will, muß der subjektiven Stellungnahme überlassen bleiben. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sachlich die erstgenannte Gruppierung den Vorzug verdient; praktisch besitzt dagegen die zweite Gruppierung ihre Vorzüge und aus diesem äußerlichen Grunde scheint sie vielfach bevorzugt zu werden.

Im engsten Zusammenhange mit der Frage nach der Regelmäßigkeit steht die Frage danach, ob das Brutbild flächenförmigen oder röhrenförmigen Charakter hat, ob es also als Brutplätzefraß oder als Brutröhrenfraß zu bezeichnen ist. Dabei ergibt sich, daß die regelmäßigen Brutbilder durchweg den Charakter von Brutröhrenfraß besitzen, während die unregelmäßigen Brutbilder sowohl das Aussehen eines Brutplätzefraßes als auch das eines Brutröhrenfraßes besitzen können. Der unregelmäßige Brutplätzefraß, welcher geradezu einer vergrößerten Rammelkammer ähnelt und ihr wohl auch bis zu einem gewissen Grade entspricht, geht dann fließend über in den unregelmäßig verzweigten Brutröhrenfraß, da die allgemeine seitliche Erweiterung eines Anfangsfraßganges zum Plätzefraß und die örtliche Erweiterung durch Seitenäste zum geweihartig gegabelten Röhrenfraß grundsätzlich nur wenig voneinander verschieden sind, und weil es manche Fraßbilder gibt (*Dendroctonus micans, Onthotomicus laricis*), welche geradezu einen Übergang vom echten Plätzefraß (*Cryphalus piceae*) zum Röhrenfraß (*Dryocoetes autographus*) zeigen. Unregelmäßige Einzelfraßbilder treten zwar in der Regel nur als solche gesondert auf, können aber auch zu zusammengesetzten Brutbildern (*Onthotomicus laricis* ausnahmsweise) verbunden sein.

Bei den regelmäßig gebauten einfachen Brutbildern fällt in erster Linie auf, daß sie bald einfach, bald gegabelt sind. Bei vielen Arten besteht das Brutbild aus einem einfachen Gang vom Charakter eines mehr oder weniger geraden Brutrohres, welches in bestimmter Richtung vom Einbohrloche abgeht; bei anderen Arten gehen demgegenüber vom Einbohrgange zwei vom gleichen Weibchen hergestellte Arme ab, welche zusammen einen Gabelgang (*Blastophagus minor*) bilden. Einfacher Gang und Gabelgang sehen zwar sehr verschieden aus, stehen einander aber offenbar sehr nahe, da unter Umständen durch Umwelteinflüsse der Übergang des einen Typus in den anderen bedingt wird[1]).

Weiter ist bei den regelmäßig gebauten einfachen Brutbildern zu beachten, daß der Anfangsteil des Bohrganges sich in manchen Fällen anders verhält, als der später angelegte Teil. Dieser Anfangsteil oder „Stiel“[2]) ist dann frei von Eigrübchen und vor allem ist sein Verlauf oft abweichend, da seine Herstellung von anderen Faktoren geleitet wird, als die Herstellung der eigentlichen Brutröhre. Als Beispiel sei nur an den Stiel des Brutganges vom großen Waldgärtner erinnert, welcher viel stärker von der negativen Geotaxis des Käfers abhängig ist und daher bei der Herstellung eines Fraßbildes am liegenden Stamme gegen den regelmäßigen in der Holzfaserrichtung verlaufenden eigentlichen Brutgang krückenartig abgeknickt ist. Im allgemeinen scheinen gestielte Brutbilder bei den Bastkäfern, ungestielte Brutbilder bei den Splintkäfern vorzukommen. Da die Stielbildung manchmal schwer zu beurteilen ist, hat sie nur untergeordneten Wert bei der Gruppierung.

Schließlich verhalten sich die regelmäßig gebauten einfachen Brutbilder ungleich bezüglich ihrer Einstellung zur Faserrichtung des Holzes. Einige Arten besitzen Längsgänge, welche in der Faserrichtung des Holzes verlaufen, andere Arten stellen Quergänge her, welche im wesentlichen senkrecht zur Holzfaserrichtung verlaufen. Das gilt sowohl für die einfachen Gänge als auch für die Gabelgänge. Bei den Gabelgängen tritt nun noch als Besonderheit hinzu, daß außer den Längsgabelgängen und Quergabelgängen, bei welchen die beiden Gabeläste, jeweils einander entgegengesetzt verlaufen, noch Schräggabelgänge vorkommen. Hierbei handelt es sich letzten Endes um Quergabelgänge, deren beide Gabeläste in der Richtung der Holzfaser und von dem Stielteile fort zu-

[1]) H. Prell, Zur Kenntnis von Bau und Entstehung einiger Brutbildtypen bei rindenbrütenden Borkenkäfern. Zeitschr. f. Morphol. und Ökol. der Tiere, 17. Bd., 1930, S. 625—648.

[2]) Unter „Stiel“ ist ein Teil des fertigen Brutbildes zu verstehen, welcher deutlich als ein besonderer Gangabschnitt hervortritt, wie das jedes Brutbild eines kleinen Waldgärtners ohne weiteres erkennen läßt. Seiner Entstehung nach ist der „Stiel“ naturgemäß als Einbohrgang anzusehen, und zwar als diejenige Modifikation desselben, welche nicht auf dem kürzesten Wege zu der für die Muttergänge geeigneten Kambialregion führt (*Scolytus intricatus*), sondern welche selbständig ausgestaltet und verlängert ist.

sammengebogen sind, so daß ein Y-förmiges Brutbild (*Phthorophloeus spinulosus*) entsteht. Die Gabeläste des Y-förmigen Brutbildes können unter Umständen weiterhin in parallele Gänge (*Phloeophthorus rhododactylus*) verlängert sein; in dieser Ausgestaltung ist vielleicht das Auftreten einer gleichgerichteten Parallelstellung der beiden Gabeläste zu erblicken, für welche die anfängliche Divergenz der Gabeläste dann nur die notwendige Voraussetzung bildet.

Bei den zusammengesetzten röhrenförmigen Fraßbildern findet sich insofern ein auffälliger Unterschied, als die Einzelfraßbilder bald nur an einer Stelle, bald an vielen Stellen miteinander in Verbindung stehen. Eine einfache Verbindung kommt dadurch zustande, daß mehrere, von verschiedenen Weibchen genagte Brutröhren von einem gemeinsamen Ausgangspunkte, welcher in der Regel aus einem vom männlichen Elternkäfer genagten Anfangsfraße besteht, ausgehen; dem Charakter der dabei entstehenden Figur entsprechend werden solche Fraßbilder als Sterngänge bezeichnet. Eine wiederholte Verbindung kann naturgemäß nur dann entstehen, wenn Brutgänge in ihrem weiteren Verlaufe zusammenkommen. Während in der Regel die brutrährennagenden Weibchen sich mit überraschender Sicherheit auszuweichen verstehen, kommt es gelegentlich einmal als Ausnahme vor, daß Brutgänge einander berühren oder kreuzen. Nur bei einer einzigen einheimischen Art, welche verhältnismäßig lange Brutröhren von unregelmäßigem Verlaufe besitzt, ist die häufige Vereinigung der Brutröhren verschiedener Tiere zur normalen Erscheinung geworden. Man spricht in diesem Falle zweckmäßig von Netzgängen.

Die Sterngänge, welche naturgemäß aus regelmäßigen oder aus unregelmäßigen Einzelröhren bestehen können, verhalten sich verschieden in ihrer Einstellung zur Richtung des Faserverlaufes des Holzes. Bei manchen Arten, welche Längssterngänge nagen, ist die Einstellung in die Faserrichtung ganz ausgesprochen (*Ips typographus*), und in entsprechender Weise können auch ausgesprochene Quergänge so zu Quersterngängen vereinigt sein, daß man kaum mehr den Sterntypus erkennen kann (*Pityokteines vorontzowi*). In beiden Fällen ist also der Verlauf der Brutröhren fast vollständig vom Faserverlaufe des Holzes bestimmt, und nur in nächster Nähe der Rammelkammer weichen die Anfangsteile der Brutröhren sternförmig auseinander, um sich gegenseitig nicht zu stören. Der Grad dieses Auseinanderweichens ist bald sehr gering (*Ips typographus*), bald etwas größer (*Ips amitinus*). Sind nur zwei Weibchen an einem Sterngange beteiligt, so kann der Charakter des Sternganges fast ganz verloren gehen; so sprach man beispielsweise früher in solchen Fällen dann, wenn nur zwei Weibchen bei der Herstellung eines Längssternganges zusammengewirkt hatten, von „zweiarmigen Lotgängen". In anderen Fällen, nämlich bei den eigentlichen Sterngängen, bilden die meist etwa zu 5—6 miteinander verbundenen Brutröhren eine ganz deutliche Sternfigur, welche allerdings trotzdem fast

stets eine gewisse Längseinstellung oder Quereinstellung erkennen läßt. Einen Sonderfall stellt die Vereinigung von Gabelgängen zu einem sternförmig zusammengesetzten Brutbilde dar; bei solchen Gabelsterngängen büßen allerdings in der Regel die Gabelgänge durch gegenseitige Störung viel von ihrem normalen Aussehen ein oder werden ganz zu einfachen Gängen.

Mehr äußerlicher Natur sind die Verschiedenheiten der Brutbilder, welche durch die Art des Verlaufes der Bohrgänge an der Peripherie des Holzkörpers bedingt sind. So gibt es Fälle, in denen der Splint tief gefurcht wird *(Blastophagus piniperda)* und solche, wo er unberührt bleibt *(Ips typographus)*, sowie solche, wo er nur stellenweise eingeschnitten wird *(Polygraphus poligraphus)*; Muttergänge und Rammelkammern können sich dabei verschieden verhalten. Da die Dicke der Rinde und ihr Feuchtigkeitsgrad für das Verhalten des Brutbildes von erheblicher Bedeutung ist, läßt sich auf Verschiedenheiten in dieser Beziehung nichts Wesentliches aufbauen.

Stellt man auf Grund der berücksichtigten Unterscheidungsmerkmale eine Übersicht der Brutbilder der in Deutschland vorkommenden rindenbrütenden Borkenkäfer zusammen, so gelangt man zu der beigefügten Tabelle, in welcher zur weiteren Erläuterung der unterschiedenen Fraßbildtypen jeweils als Beispiele für das betreffende Verhalten einheimische Borkenkäferarten genannt sind. In der Tabelle sind die wichtigeren Gruppen in gewöhnlichem Drucke wiedergegeben, während die unwichtigeren und nur der Vollständigkeit halber berücksichtigten, für praktische Zwecke aber ziemlich bedeutungslosen Untergruppen in Kleindruck wiedergegeben zurücktreten.

Nur der Vollständigkeit halber sei wenigstens beiläufig auf die wichtigsten Verschiedenheiten im Larvenfraße hingewiesen, welche für die Ausgestaltung des Brutbildes von Bedeutung sind.

Zunächst ist der Beginn des Larvenfraßes für seine endgültige Ausformung von einer gewissen Wichtigkeit. Er hängt naturgemäß von der Art der Eiablage ab. Man kann demgemäß einen geordneten Larvenfraß, bei welchem die Larvengänge von regelmäßig beiderseits vom Muttergange genagten Einischen ausgehen, von einem ungeordneten Larvenfraße unterscheiden, bei welchem dies nicht der Fall ist. Die Unterschiede im Aussehen des Larvenfraßbildes, welche im letztgenannten Falle durch Einzelablage von Eiern in Eigrübchen, welche in einer unregelmäßigen mittleren Reihe in die Borke genagt sind *(Orthotomicus longicollis)*, durch gruppenweise erfolgende Ablage der Eier in Einischen oder durch Absetzen von Eihäufchen bedingt wird, spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Weiter läßt sich beobachten, daß bei manchen Borkenkäferarten die einzelnen Larvengänge mehr oder weniger gleichmäßig auseinanderstreben, so daß ein ausgesprochen gesonderter Larvenfraß entsteht *(Scolytus ratzeburgi)*. Demgegenüber findet sich bei anderen Arten die

Verhalten der Brutbilder	Bezeichnung	Beispiel
I. Einfache Brutbilder		
A. Unregelmäßig		
1. Flächenförmig	Plätzgang	
a) Kammerartig	Kammerförmiger Plätzgang	*Cryphalus piceae*
b) Streifenartig gestreckt	Streifenförmiger Plätzgang	*Dendroctonus micans*
2. Röhrenförmig (gewunden oder verzweigt)	Verzweigter Röhrengang („Geweihförmiger Gang")	*Dryocoetes autographus*
B. Regelmäßig	Einfacher Gang	
1. Ungeteilt	Einfacher Längsgang	
a) Längsgerichtet (in der Holzfaserrichtung)	(am stehenden Stamme: „Lotgang")	*Scolytus scolytus*
α) ungestielt	(am liegenden Stamme: „Krückstockgang")	*Blastophagus piniperda*
β) gestielt (mit abweichendem Anfangsteil)		
b) Quergerichtet (senkrecht zur Holzfaserrichtung)	Einfacher Quergang	
α) ungestielt	(am stehenden Stamme: „Wagegang")	*Scolytus intricatus*
β) gestielt (mit ± längsgerichtetem Anfangsteil)		*[Hylesinus crenatus]*
2. Gegabelt	Gabelgang	
a) Längsgerichtet (Arme ungleichsinnig in der Holzfaserrichtung; gestielt)	Längsgabelgang	*Phloeosinus thujae*
b) Schräggerichtet (Arme gleichsinnig schräg zur Holzfaserrichtung; gestielt)	Schräggabelgang (Y-förmiger Gabelgang)	*Phthorophloeus spinulosus*
c) Quergerichtet (Arme ungleichsinnig quer zur Holzfaserrichtung)	Quergabelgang (am stehenden Stamme: „Gegabelter Wagegang")	
α) ungestielt		*Scolytus carpini*
β) gestielt (mit ± längsgerichtetem Anfangsteil)	(T-förmiger Gabelgang oder „Klammergang")	*Blastophagus minor*

Erscheinung, daß die Larven unmittelbar nebeneinander ihre Nagetätigkeit ausüben, so daß ein verbundener Larvenfraß zustande kommt. Schneiden die Larven bei solchem Fraß auch den Splint ein, so kann

Verhalten der Brutbilder	Bezeichnung	Beispiel
II. Zusammengesetzte Brutbilder		
A. Unregelmäßig		
1. Flächenförmig	Gemeinschaftsplätzgänge	
a) Kammerartig		
b) Streifenartig gestreckt		*[Onthotomicus laricis]*
2. Röhrenförmig (netzartig zusammenhängend, mehrmals miteinander verbundene Einzelgänge)	Netzgänge	*Onthotomicus longicollis*
B. Regelmäßig; sternartig divergierend (nur einmal miteinander verbundene Einzelgänge)	Sterngänge (i. w. S.)	
1. Ungeteilte Einzelgänge (normalerweise gerade oder gewellte Röhren manchmal unregelmäßig verzweigt)		
a) Betont längsgerichtet (Einzelgänge vorwiegend in der Holzfaserrichtung)	Längssterngänge („Zusammengesetzte Längsgänge“)	*Ips typographus*
b) Betont quergerichtet (Einzelgänge vorwiegend senkrecht zur Holzfaserrichtung)	Quersterngänge („Zusammengesetzte Quergänge“)	*Pityokteines vorontzowi*
c) Mit schwacher Richtungstendenz	Eigentliche Sterngänge	
α) leicht längsgestellt		*Pityogenes bidentatus*
β) leicht quergestellt		*Pityogenes chalcographus*
γ) ohne sicher erkennbare Einstellung		*Dryocoetes hectographus*
2. Gegabelte Einzelgänge (normalerweise quergestellte, längsgestielte Gabelgänge; manchmal einfach bleibend)	Gabelsterngänge („Zusammengesetzte Gabelgänge“, „Doppel-Klammergänge“)	*Pityokteines curvidens*

man auch später die Entstehung des geschlossenen Fraßbildes noch deutlich erkennen (*Leperisinus orni*); in anderen Fällen, in welchen der Splint nicht befressen wurde, ist das nicht mehr der Fall, so daß die einzelnen

Larvengänge nur dann deutlich hervortreten, wenn sie sich zufällig von anderen getrennt haben (*Onthotomicus laricis*). Die fortschreitende Verbindung der einzelnen Larvenfraßgänge kann schließlich zu einem Verluste jeglicher Individualität der einzelnen Fraßleistungen führen, so daß völlig einheitliche Familienfraßgänge zustande kommen (*Dendroctonus micans*).

Für die Ausbildung des Larvenfraßbildes spielt die Raumfrage eine noch sehr viel bedeutungsvollere Rolle, als für die Muttergänge. Nur unter günstigsten Verhältnissen kommen wirklich vollkommene Fraßbilder zustande. Fast stets führen Störungen der verschiedensten Art zu Unregelmäßigkeiten und in sehr vielen Fällen wird von den Endabschnitten der Larvengänge das anfänglich noch einigermaßen übersichtliche Gesamtbild völlig vernichtet. Unter diesen Umständen dürfte eine eingehendere Behandlung des Larvenfraßes wenig förderlich sein und es kaum ermöglichen, eine brauchbarere biologische Gruppierung zu gewinnen.

Zum Schlusse sei noch kurz ein Blick auf die taxonomische Bedeutung der verschiedenen Brutbilder geworfen.

Das Bestreben einer jeden biologischen Gliederung sollte es sein, den Parallelismus zwischen biologischem Verhalten und systematischer Zusammengehörigkeit darzulegen. Die Suche nach solchen Zusammenhängen war es auch, welche den Anstoß zur erneuten Beschäftigung mit den Borkenkäferbrutbildern gegeben hat. Dieser Zielsetzung vermag die vorstehend versuchte Gruppierung der Borkenkäferfraßbilder nicht gerecht zu werden, und zwar deshalb, weil Brutbildform und Brutbildentstehung nicht stets in gleicher Weise miteinander verbunden sind. Auf der einen Seite können einander sehr fern stehende Arten Brutbilder von sehr großer Ähnlichkeit herstellen, welche aber eine ganz verschiedene Genese aufweisen, wie etwa der Lotgang des großen Waldgärtners und ein zufällig einfacher Lotgang des Buchdruckers. Auf der anderen Seite können verhältnismäßig geringe Unterschiede im biologischen Verhalten, wie die Einstellung des Brutganges in die Faserrichtung beim großen Waldgärtner und die Einstellung senkrecht zur Faserrichtung beim kleinen Waldgärtner, sehr bedeutungsvolle Änderungen im Aussehen des Brutbildes bei nahe verwandten Arten mit sich bringen.

Aus diesen Gründen kann eine allgemeine biologische Gruppierung der Borkenkäfer nach dem Aussehen der Brutbilder, welche irgendwie einer brauchbaren systematischen Gruppierung nach morphologischen Merkmalen der Käfer entspricht, schwerlich durchgeführt werden. Nichtsdestoweniger dürfte eine planmäßige Gruppierung der verschiedenen Brutbildtypen doch zweckmäßig sein, weil sie die Möglichkeit bietet, ein besseres Verständnis für die Mannigfaltigkeit der Borkenkäferbiologie anzubahnen.

Beiträge zur Fauna sinica IX.

Zur Biologie und Systematik der südchinesischen Ichneumoninae Ashm. (Fam. Ichneumonidae Hym.)

Von

R. Mell und **G. Heinrich.**

(Mit 3 Abbildungen.)

A. Bemerkungen zur Biologie.

Von **R. Mell.**

Die südchinesische Provinz Kwangtung zerfällt in zwei pflanzen- und tiergeographisch gut, zum Teil scharf unterschiedene Gebiete, die zur indochinesischen Grenzmark der indomalaiischen Subregion gehörende Küstenzone (bis etwa zum Wendekreis nach Norden) und die einen Teil der Osthimalayana (südlichste Subregion der Paläarktis in Ostasien) bildenden Hügel- und Bergländer Nordkwangtungs (etwa vom Wendekreis bis 25° n. Br.). Von den weiter unten genannten Sammelorten liegen Kanton, Lo fao shan (Lof.) und Ding wu shan (Dw.) in der indochinesischen Grenzmark, Lin ping (Lp.), Lung tao shan (Dr.), Siu hang (Sh., am Fuß des Lung tao shan), Shöi yün shan (Q), Tsha yün shan (Te.), Fung wahn (F. w., am Fuß des Tsha yün shan), Sahm gong (Sg., Grenzberge im NW), Man tsi shan (M, Wasserscheidenberge im N), Gao fung (Gf., Lage wie bei M) in der südchinesischen Osthimalayana. Lof. und Dw. sind Inseln tropischen Regenwalds, Lp., Dr., Sh., M sind Reste subtropischen Montanwalds, bei Sg., Gf. und zum Teil im M sind Bestände von Bambus eingesprengt, im Te dominiert Bambus.

Erläuterungen zu Tabelle I. Horizontal- und Vertikalverbreitung im Gebiet; Biotop. Von den 26 bisher in der Provinz festgestellten Arten der Unterfamilie finden sich 7 (5 IM, 1 OH, 1 PP, letztere beide im Lof.) Spezies in der indomalayischen Küstenregion, in dem zur paläarktischen Osthimalayana gehörenden Nordkwangtung 22 (10 OH, 2 PP, 1 IM) = $^4/_5$ der Arten.

Von den 26 Arten sind 22 (= 84,6 %) Bewohner von Mittelgebirgslandschaften zwischen 400—900 m bei benachbarten Gipfelhöhen von

Tabelle I. Zahlen, Generationen und Erscheinungszeiten südchinesischer Ichneumoninen und ihrer Wirte.

Art (Zahl der gesammelten Tiere)	Vorkommen, Verbreitung	Beobachtete Erscheinungszeiten	Wirt (Verbreitung)	Zahl der Generationen: Wirt	Zahl der Generationen: Parasit
I. Rhopalocerenparasiten.					
1. *Trogus bicolor* Rad., 1 ♂, 5 ♀♀ (4 e. p.)	Dr., Gf. (2), M, Sg., Te. = OH[1])	9.—21. V. (3), 18. VII., 9. VIII., 28. IX.	*Papilio memnon* L. (3) = IM *Papilio protenor* Cr. (1) = IM	6–6½–7	Mindestens 4
2. *Trogus mactator* Tosq., 3 ♀♀ (e. p.)	F. w., M, Tali (W-Yunnan) = PP?	30. III. (bianor), 3. IV. (*xuthus*), 2. V. (Berlin, xuthus)	*Papilio bianor* Cr. (1) = PP *Papilio xuthus* L. (2) = PP	4—5	Mindestens 4
3. *Trogus spec.*, 3 ♂♂, 1 ♀ (e. p.)	Canton-Gegend = IM	17. II.—5. III.	*Papilio clytia* L. = IM	1½—2½—4	1½—2½—4?
4. *Trogus pictus* Kriechb., ♂ ♀ (e. p.)	Dr. = (P)P	31 III.(♀)—8. IV.(♂)	*Hestina assimilis* L. = PP	5–6	4–5?
II. Sphingidenparasiten.					
5. *Facydes purpureomaculatus* Cam., 1 ♀, 3 ♀♀ (1 e. p.)	Dr., Q = OH	29. V. und 20. IX. bis 3. X.	*Oxyambulyxe sericipennis* (Btlr.) = OH	Mindestens 4	Mindestens 4
6. *Callajoppa pepsoides* Smith, 10 ♂♂, 17 ♀♀ (15 e. p.)	Lof., Te. (F. w.?), Dr., Q = OH	23. III.—23. IV. (bis 13. V.) und 10. VI. bis 26. VIII. und 14. IX.—5. X.	*Meganoton rufescens* (Btlr.) = OH *Acherontia lachesis* (Fabr.) = IM *Acherontia styx* (Westw.) = IM *Psilogramma menephron* (Cr.) = IM	2(—2/18) 4 4 4½—5	2? (23. III.–22. IV. u. 14.–20. IX.) 4—5 (17. IV. bis 26. VIII.)
7. *Protichneumon fumipennis* (Cam.), 8 ♂♂, 17 ♀♀ (e. p.)	Yunnan (2), Dr. (5), Te. (4), Gf. (2), M (12) = PP	28. I. (Y, e. p. Canton) 5. III. (M—Ct = Dabira), 10. V.—26. VII., 2. X.	*Dahira rubiginosa* Moore = OH *Pergesa elp. lewisi* Btlr. = PP *Ampelophaga rubiginosa* Br. u. Gr. = PP *Macroglossum passalus* Drur. = IM *Rhagastis olivacea* Moore = OH	1 ? 2½—2½ 5–6 5⅕	1 ? ? Etwa 5
8. *Protichneumon forticornis* Cam., 2 ♀♀ (e. p.)	Te. = PP	2. VI. und 4. VIII.	*Rhagastis mongoliana* (Btlr.) = PP	4⅕	Etwa 4
9. *Protichneumon rufobalteatus sinensis* Heinr., 9 ♂♂, 17 ♀♀ (e. p.)	Lof., Dw, Sg. (1), M (1) = IM	19. III.—5. IV (4) 30. VI.—25. VII. (6) 4. VIII.—25. VIII. (15) 20. X. (1)	*Theretra pallicosta* Wlkr. = IM *Panacra busiris* Wlkr. = IM *Panacra mydon* Wlkr. = IM *Rhyncholata acteus* (Br.) = IM *Macroglossum poecilum* R. u. J. = IM *Theretra pinastrina* (Mart.) = IM	1⅙—2⅙ Mindestens 4 5—6 6—7	1⅓—2 Mindestens 4

[1]) Nach Mell (1922) = PP.

10. *Protichneumon spec.*, (2 e. p.)	Dw. = IM	pupae 5. VI., e. p. 9. und 13. IV.	*Theretra pallicosta* Wlkr. = IM	$1^1/_6-1^2/_6$	Ansch. 1 Gen.
11. *Protichneumon spec.*, 1 ♂, 4 ♀♀ (e. p.)	Lof. = IM	24. VI.—10. VII.	*Theretra suffusa* (Wlkr.) = IM	$4-4^1/_5$	Mindestens 3
12. *Amblyteles panzeri* Wesm. 1 ♀	Canton = IM?	14. IV.	—	—	—
13. *Amblyteles spec.*, 7 Tiere	M = OH?	8 (3)—21.—22.(3) III. (M, e. p. C.)	*Dahira rubiginosa* Moore = OH?	1	1

III. Parasiten bei Lymantriiden (u. a.?).

14. „*Protichneumon*“, *disparis* Poda, ♂ 2 ♀♀	Lof., Dr. = PP?	24. IV. (♂), 14. VI., 6. VIII.	*Lymantria dissoluta* Swinh. = IM *Lymantria spec.* (Pinus) = PP	Notizen über Ökologie noch nicht durchgearbeitet	Mindestens 4
15. *Enschisiades rufipes* Cam., 1 ♂	Gf. = PP?	26. V.	—	—	—
16. *Goedartia cyanea* Cam., 1 ♀	Dr. (e. p. C) = PP?	Rp. eingesp. 30. X. e. p. 8 XII.	*Lymantria* (*Pinus*) = PP	s. Nr. 12	Mindestens 4
17. *Ctenocharidea melli* Heinr., 1 ♀	Lp. = OH?	20. VIII. (Rp. eingesp. 14. VIII.)	*Lymantriide* (von Liquidambar)	s. Nr. 12	Mindest. 3—4

IV. Arten, über deren Wirte nichts bekannt ist.

18. *Melanichneumon spectabilis* Holmgr., 1 ♀	Gf. = PP?	—	—	—	—
19. *Stenichneumon perspicuus* Wesm., 1 ♀	Gf. = PP?	23. IV.	—	—	—
20. *Acanthojoppa flavidorbitalis* Cam., 1 ♀	Te. = OH?	28. V.	—	—	—
21. *Acanthojoppa indica* Cam., 3 ♂♂, 2 ♀♀ (2 e. p.)	Te, M, Gf., Sg. = OH	20. V., 19. VI., 7. VII, 30. VIII, 12. IX.	Wirtsraupe von Impatiens, also *Rhagastis olivacea* (Sphingide) oder *Celaenorrhina* (Hesperide)	—	Mindestens 4
22. *Coelichneumon spec.* (♀)	Sh. = OH?	3. V.	—	—	—
23. *Barichneumon spec.* (♀)	Q = OH?	15. IV.	—	—	—
24. *Ichneumon spec.* (♂♂)	Gf. = PP?	9. und 20. V.	—	—	—
25. *Aglaojoppa spec.* (♀)	Gf. = PP?	14. V.	—	—	—
26. *Charitojoppa spec.* (♂)	M = OH?	21. V.	—	—	—

[1]) OH = Osthimalaya-, PP = pazifisch paläarktische, IM = indomalaiische Formen; bei vielen der Parasiten werden sich infolge geringer exakter Notizen über sonstiges Vorkommen die Angaben ändern (OH statt PP oder umgekehrt).

900—1300 m. Meist unter 400 m bleibt in dem gleichen Gebiete *Protichneumon rufobalteatus*, zwischen 200—300 m wurden dort 2 *Protichneumon spec.* (ex *Theretra pallicosta* und *suffusa*) gefangen. Nur eine Art scheint ausgesprochener Flachlandbewohner (*Trogus spec.* aus *Papilio clytia*) zwischen 20—100 m Seehöhe südlich vom Wendekreise. Das sind Verbreitungsverhältnisse, die an die der Tenthrediniden im Gebiet erinnern und auf Anpassung an kontinentale Wärmeverhältnisse durch Tag und Jahr, also auf Entstehung in höheren Breiten oder Lagen, hinzudeuten scheinen. Auch die relative Seltenheit nicht weniger Arten spricht dafür (man vgl. S. 376 oben). Mit dieser Deutung steht weiter im Einklang, daß aus Mitteleuropa 670, mit Einschluß der Cyclopneusten bisher sogar 950 Arten bekannt sind. Das größte Vertikalareal unter den vorliegenden Arten besitzt anscheinend *Trogus mactator*, der in gleichen Breiten zwischen 400—2100 m gefangen wurde. An Verhältnisse bei Tenthrediniden erinnert auch die Biotopwahl der Ichneumoninen: 22 Arten sind Bergwaldbewohner, die drei oben genannten *Protichneumon* solche tieferer Lagen; nur die drei in *Papilio* schmarotzenden *Trogus* scheinen Bewohner offenen Landes.

Mir sind Ichneumoninen nur als Tagflieger bekannt; anscheinend liegt auch der Schlüpfmoment tags (beobachtet bei allen *Trogus* tags, bei *Protichneumon rufobalteatus* aus beiden *Panacra* zwischen 8—11 Uhr, also den Schlüpfzeiten der Wirte, bei *Amblyteles* in zwei Fällen zwischen 8—10 Uhr, bei *Callajoppa pepsoides* in drei Fällen zwischen 13—15½ Uhr). Ophioninen dagegen kommen so häufig an die Lampe, daß man bei manchen Arten an Nachtflug denken muß, auch nächtliches Schlüpfen wurde bei manchen von ihnen (aus *Antheraea* und *Philosamia*) beobachtet.

Geringe Variabilität. Daß ein Lepidopteron in Mitteleuropa und im nördlichen Südchina (etwa auf 30 bezw. 115° ö. L. und 52 bezw. 24,5° n. Br.) in der äußeren Erscheinung unverändert auftritt, ist mir nur von wandernden Bewohnern des freien Landes (*Pyrameis cardui* L., *Plusia gamma* L., *Agrotis ypsilon* L.) bekannt. Der bergwaldbewohnende, also nicht wandernde *Trogus pictus* scheint nach unserer gegenwärtigen Kenntnis gleichfalls in beiden Gebieten in der äußeren Erscheinung identisch. Daß ein Endoparasit weniger von klimatischen Faktoren beeinflußbar ist als sein Wirt, ließ sich theoretisch folgern; daß er es in einem solchen Grade sein würde, wie im Falle von *Trogus pictus* bisher angegeben wird, ist erstaunlich und auch nicht sehr wahrscheinlich. Er wurde in Südchina bisher nur aus der Form der beinahe winterlichen Trockenzeit seines Wirtes (*Hestina assimilis nigrivena* Leech) erhalten, die gegenüber Sommertieren farblich recht verschieden ist, so daß sie von manchen Autoren (z. B. noch in Seitz, Großschmetterl. d. Erde, I, S. 167, und IX, S. 703 als *Diagora*) in ein anderes Genus gestellt wurde. Es wäre interessant, den Parasiten auch aus Sommergenerationen (*Hestina assimilis assimilis* L.) seines Wirts zu ziehen. Wird er auch nur der klimatisch

bedingten Veränderung des Wirts im gleichen Gebiet gegenüber seine „Konstanz" wahren? — Auch die von Mitteleuropa bis Südchina verbreiteten „*Protichneumon*" *disparis*, *Melanichneumon spectabilis*, *Stenichneumon perspicuus*, sind bisher nicht subspezifisch von ihren europäischen Vertretern abgetrennt. Ich möchte jedoch einstweilen glauben, daß das — ebenso wie bei *Trogus pictus* — an dem zahlenmäßig ungenügenden Vergleichsmateriale liegt, um so mehr als bei *Trogus mactator* aus Yunnan (vgl. S. 397) Kopf und Thorax rot, aus Gebieten am Pazifik gelb gefärbt sind, also Farbschwankungen auftreten, wie sie auch für manche Falter beider Gebiete (z. B. *Areas galactina* Hoev.) charakteristisch und subspezifische Unterschiede sind. Ich bin deshalb überzeugt, daß sich Yunnantiere des *Trogus* bei Bekanntwerden größerer Materialien als geographische Rasse erweisen werden.

Nahrungsgruppen. Nach den Wirten lassen sich 3 Gruppen unterscheiden:

I. Rhopalocerenparasiten, im Gebiet anscheinend nur durch die Gattung *Trogus* vertreten. Die drei ersten Spezies davon sind Papilionidenschmarotzer des freien Landes (Garten-, flaches Hügelland), die, soweit wir bisher wissen, von den drei großen Gruppen der *Papilio* nur die Schwalbenschwänze (Rinnenfalter, *Papilio* s. str.) befallen. In Raupen und Puppen der stammesgeschichtlich ältesten Gruppe, der Aristolochienfalter (Giftfresser, *Pharmacophagus*), wurden bisher überhaupt keine parasitären Hymenopteren gefunden, und man ist geneigt, diese Verschonung mit der giftigen Nahrung der Gruppe in ursächlichen Zusammenhang zu bringen. Aber auch bei der stammesgeschichtlich höchststehenden *Papilio*-Gruppe, den Segelfaltern (*Cosmodesmus*), Nährpflanzen: *Lauraceae*, *Anonaceae*, *Magnoliaceae*, ließ sich bisher aus etwa 500 Puppen verschiedener Arten keine Ichneumonine erziehen, was die Annahme einer Duftwirkung der giftigen Wirtsnahrung auf den Parasiten nicht gerade unterstreicht.[1])

Auffallend ist auch die relative Seltenheit von Parasiten bei Rinnenfaltern im Gebiet: aus etwa 600 Puppen der im Gartenland der Kulturebene gemeinen, Rutaceen fressenden Rinnenfalter *Pap. polytes* L. und *demoleus* Cram. wurden 0, aus etwa 500 der gleichfalls häufigen und ausnahmslos an den an ätherischen Ölen reichen Rutaceen fressenden *Pap. memnon* (3), *protenor* (1), *xuthus* (1) und *bianor* (1) wurden in

[1]) Für parasitische Hymenopteren anderer Gruppen scheint der Geruch der Wirtsnahrung ohne abschreckende Wirkung. Die gleichfalls an stark giftigen Gewächsen (Asclepiadaceen) lebenden Danaidenraupen werden von Ichneumoniden anderer Subfamilien angegangen; Eier, bei deren Auffinden durch Parasiten wohl der ihnen zunächst noch anhaftende Duft der Imago ein wesentliches Moment ist, sind auf stinkenden (*Macroglossum*-Eier auf *Paederia*), giftigen (*Pharmacophagus*-Eier auf *Aristolochia*, *Danais*-Eier auf *Asclepias*, *Marsdenia*, *Strophantus*) oder an ätherischen Ölen reichen Gewächsen (*Papilio* und *Charaxes*-Eier auf *Rutaceen*, solche von *Cosmodesmus* auf *Anonaceen*, *Magnoliaceen* usf.) gleich häufig von Eiwespen belegt.

Kwangtung nur 6 Schmarotzer gezogen. Dagegen ergeben schon 6 *Pap. xuthus*-Puppen aus den hochgebirgigen paläarktischen Westyünnan (Talifu, 2200 m) einen Parasiten. Das sind Verhältnisse, die — ebenso wie die S. 374 angeführten Feststellungen — anzudeuten scheinen, daß sich die Ichneumoninen in Südchina außerhalb ihres optimalen Areals befinden. Auch das Fehlen des in *P. machaon* parasitierenden paläarktischen *Trogus* in Südchina trotz stellenweiser Häufigkeit[1]) von *machaon* bis fast zur Küste, scheint nach der Richtung hin deutbar.[2]) Daneben mag aber auch die Spezialisation der Wirte für Rutaceen den Ichneumoninen unangenehm sein; denn der einzige häufige Rinnenfalter im offenen Lande Südchinas, der nicht Rutaceen frißt, *P. clytia* L. (monophag für Lauraceen), ist gar nicht selten belegt.

T. pictus ist Spezialist für *Apaturidi*; er galt bisher als monophag für *Apatura iris* L. Dieser geht im pazifisch paläarktischen Untergebiet südlich bis Mittelchina, *A. ilia* Schiff. bis ins nördliche Kwangtung und bis etwa 24,5° n. Br. nach Süden; dort kommen auch drei andere *Apatura* (*subcaerulea* Leech, *chevana leechi* Moore, *subsplendens* Mell) vor, alle drei sind aber recht lokal und auch an ihren Flugplätzen sehr einzeln. Daneben finden sich noch Vertreter von 5 anderen Genera der *Apaturidi*. Die einzige im ganzen Gebiet häufige Vertreterin der Gruppe ist *Hestina assimilis* L., und aus ihr wurde *T. pictus* wiederholt gezogen. Obwohl der Wirt bis zur südchinesischen Küste und auf den vorgelagerten Inseln, also bis ins indomalaiische Gebiet, häufig ist und auch in Flachland und Kulturebene geht, wurde der Parasit bisher nur in Bergwäldern von Nordkwangtung und nicht südlich von 24,5° n. Br. beobachtet. Sein Areal liegt ausschließlich in der Paläarktis, geht aber in dieser von Japan bis Mitteleuropa.

II. Sphingidenparasiten. Vertreter von 4 Genera gehören zu ihnen (*Facydes, Callajoppa, Protichneumon, Amblyteles*), und alle sind Waldbewohner, vorwiegend Bergwaldbewohner in Mittelgebirgen. Unter 300 m Seehöhe wurde nur eine Art (Nr. 5) und anscheinend als Regel zwischen 200—300 m (bei benachbarten Gipfelhöhen von rund 1300 m) beobachtet. Wo Wald zu Busch zusammengeschlagen wurde, haben sie sich auch in diesem gehalten oder in Waldresten benachbartem Gartenland (Vorberge des Lo fao-, Tsa yün-, Lung tao shan). Die meisten fanden sich zwischen 400—800 m,

[1]) Es wurden etwa 80 Tiere gezogen.

[2]) Vielleicht spielt in diesem Falle auch der Umstand eine Rolle, daß *P. machaon* in den letzten beiden Jahrzehnten in Südchina anscheinend sein Areal um etwa 200 km nach Süden vorgeschoben hat und ihm der zweifellos viel weniger zum Überwinden größerer Strecken geeignete Parasit bei diesem Vordringen nicht folgen konnte (1910 kannte ich ihn nur bis 24,5° n. Br.: Te., F. w.; 1917 fand ich etwa 20 Raupen in den Pak wan shan am Nordrand der Stadt Kanton, 1919 einzelne Raupen in Hong lok und Fa ti, Vororten Kantons südlich vom Strome, und er mag inzwischen die Südküste von Kwangtung erreicht haben.

Facydes zwischen 600—900 m. Die 4 Genera der Gruppe sind wieder unter sich chemotaktisch weitergehend differenziert. *Callajoppa* schmarotzt bei stammesgeschichtlich alten Acherontiinen, *Facydes*, soweit bisher bekannt, bei generalisierten Ambulicinen, *Protichneumon* bei spezialisierten Arten der beiden stammesgeschichtlich jüngsten Subfamilien, der Philampelinen und Choerocampinen, *Amblyteles* scheint monophag für die Philampeline *Dahira*. Die Nahrungswahl erweist sich auch als Kriterium systematischer Befunde bezüglich „*Protichneumon*“ *disparis* Poda. Sie wird von G. Heinrich (cf. S. 31) nur als traglich zu dieser Gattung gezogen. Auch die Wahl der Wirte läßt vermuten, daß sie nichts mit *Protichneumon* zu tun hat und zur Nahrungsgruppe III gehört. Nicht befallen werden

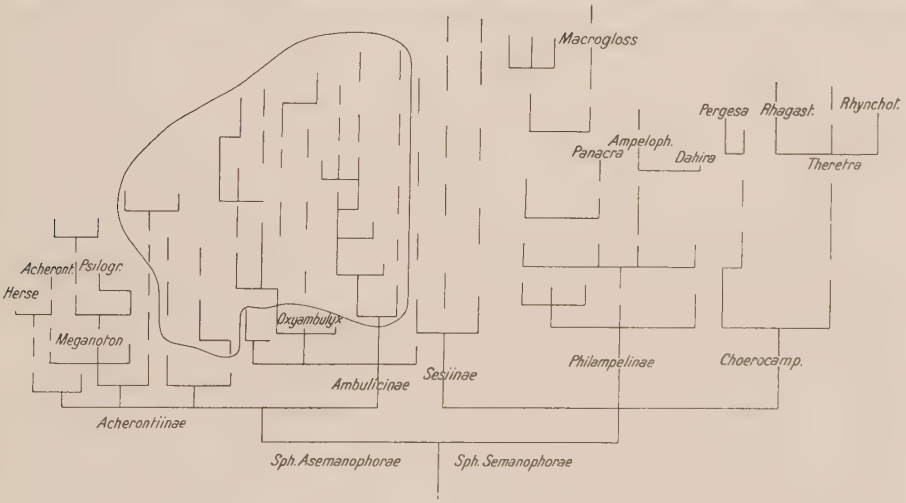


Abb. 1. Skizze eines Stammbaums der Sphingiden (kombiniert-schematisch nach Rothschild-Jordan, Revis. Lepidopt. Fam. Sphingidae), um zu zeigen, welche systematischen Gruppen von Ichneumoninen befallen werden. Nur im Gebiet vorkommende Genera, bei denen das bisher festgestellt wurde, sind eingetragen. ○-Gruppen mit funktionsunfähigem Rüssel.

nach unserer gegenwärtigen Kenntnis in Südchina Sesiinen [Gattungen *Cephenodes*, *Sataspes*[1])] und Sphingiden mit funktionsunfähigem Sauger (unter Acherontiinen *Dolbina* und *Sphinx caligineus*, unter Ambulicinen *Leucophlebia*, *Polyptichus*, *Smerinthus*, „aff. *Rhodoprasina*“, *Langia*, *Parum*, *Amorphulus*, *Cypa*, *Smerinthulus*, *Craspedortha* und auch solche mit halblangem Sauger von zweifelhafter Funktionsfähigkeit nicht wie *Clanis*), obwohl alle ausschließlich oder gelegentlich (*Marumba gaschkewitschi*, *Parum*, *Craspedortha*) Bergwaldbewohner sind. Daß die Vermeidung von Tieren dieser Gruppen von seiten der Ichneumoninen keine etwa durch den Umfang des vorliegenden Beobachtungsmaterials erzeugte Zufälligkeit

[1]) Sie haben zwar funktionsfähigen Rüssel, besuchen aber keine Blüten, sondern Gewässer und nehmen Wasser auf. Von der dritten Sesiinengattung im Gebiet, *Hemaris*, wurden zu wenig Individuen gefangen, um über ihre Biologie etwas Näheres aussagen zu können.

ist, sondern chemotaktisch begründet scheint, zeigt der Umstand, daß allein unter diesen Formen mit verkürztem Sauger Ophioninen, also Vertreter einer anderen Subfamilie, parasitieren (man vgl. Tabelle II, S. 389), die auch sonst, ebenso wie Pimplinen, nur als Parasiten von Lepidopteren mit verkürztem Sauger (Saturniiden, Lymantriiden) gefunden wurden.

Theoretisch möchte man annehmen, daß bei Spezies, deren gesamte vitale Energie auf die Sexualsphäre verlegt ist, der Geschlechtsgeruch, der ja schon bei der erwachsenen Raupe vorhanden ist, wesentlich stärker ist als bei Tieren mit funktionsfähigem Sauger und auch Parasiten das Auffinden erleichtert. Die an solche Wirte angepaßten Parasiten würden demnach als die chemotaktisch weniger entwickelten anzusehen sein, und die im einzelnen beobachteten Fälle der Nahrungswahl bestätigen das von den Tab. II genannten drei Spezies beider Familien für zwei (*Habronyx*, *Xanthopimpla*).

Spezialisation für die stammesgeschichtlich älteste Subfamilie der Schwärmer, die Acherontiinen, und zwar wieder für die generalisierten unter ihnen, zeigt *Callajoppa* (Wirtstiere: *Acherontia lachesis* Fabr., *A. styx crathis* R. & J. *Psilogramma menephron* Cr., *Meganoton rufescens dracomontis* Mell). Von den 9 Acherontiinen Kwangtungs sind 3 vorwiegend (*Psilogramma increta*) oder so gut wie ausschließlich (*Acherontia styx*, *Herse convolvuli*) Bewohner von offenem Gelände (Kulturland und Randgebiete von solchem), und aus etwa 1000 Puppen der genannten 3 Arten aus solchen Ländereien wurde kein Parasit erhalten. Auch *Acherontia lachesis* aus dem Gartenland der Kantonebene ergab keine Ichneumoninen (aber viele Tachinen), wohl aber Individuen der Art aus Bergwaldgebieten.[1]) Auch die einzige Raupe von *Ach. styx*, die eine *Callajoppa* ergab, wurde an einer vor unserer Hütte im Wald (Te) gepflanzten Sesamstaude gefunden. Die Wahl des Biotops kann also von parasitologischer Seite her eine Nutzwirkung für die Erhaltung der Art haben. Von Waldbewohnern unter Acherontiinen erwiesen sich bisher frei von Ichneumoninen: *Meganoton analis* (Wanderer, Auftreten sehr sporadisch, nicht mehr als 40 Puppen erhalten), *Dolbina inexacta* (Oleaceenfresser wie vielfach auch *Acherontia lachesis* und *Psilogramma*, aber mit zur Nahrungsaufnahme unfähigem Rüssel) und *Sphinx caligineus* (Koniferenfresser, Rüssel rückgebildet, aber anscheinend zur Aufnahme von Wasser genügend). Ob bei den beiden letzteren Rüsselreduktion oder bei *Sphinx* der Sprung in ein ganz anderes Chemoareal (reich an Harzen, Terpenen, Ölen) irgendwie in Beziehung zu ihrem Nichtbefall durch Ichneumoninen steht, bedarf weiterer Untersuchungen. Die europäische *Sph. pinastri* (Koniferenfresser, Rüssel funktionsfähig) wird ebenso wie *Sph. ligustri*,

[1]) Da *Herse* und *Psilogramma increta* als Imagines weit umherstreifen und auch häufig in den Bergwald gehen, sind aus dort abgesetzter Nachkommenschaft *Callajoppa* zu erwarten.

wie *Ach. atropos*, wie *Smerinthus*, *Amorpha*, *Dilina* (alle drei sind Ambulicinen mit reduziertem Sauger), wie *Deilephila lineata* und *Macroglossum stellatarum*, ja sogar wie *Papilio hospiton* von *Callajoppa lutoria* F. befallen. Es ist aber bei Beurteilung dieser vergleichsweisen Polyphagie einer Gattungsangehörigen in Europa zu bedenken, daß sich die Sphingiden dort an den Grenzen ihres Lebensraums befinden und ihre Spezieszahlen stark vermindert sind. Aus Kwangtung (= $^1/_3$ der Fläche Deutschlands) sind bisher von mir allein 89 Arten nachgewiesen (die Zahl wird bei genauerer Durchforschung vielleicht auf 100 steigen), aus Mitteleuropa nur 20, davon sind weiter 5 nur gelegentliche Gäste oder Durchwanderer. Von Acherontiinen, für die sich *Callajoppa* in Südchina spezialisiert hat, findet sich nur 1 Waldrand- und Gartenlandbewohner mit dem für die Subfamilie typischen Chemoareal, *Sphinx ligustri* L.,[1]) daneben das Waldtier *Sphinx pinastri* mit der ganz abweichenden Spezialisation für Koniferen; von sonstigen waldbewohnenden Sphingiden stehen nur die Ambulicinen den Acherontiinen noch näher. So mag der gegenwärtige[2]) Mangel an den ursprünglich gewählten Wirtstieren den Übergang auf koniferenfressende Acherontiinen und auf Ambulicinen mit verkürztem Sauger, die sonst von allen Ichneumoninen gemieden werden, bewirkt haben. Bei *Facydes* ist nur in einem Falle der Wirtbeobachtet (generalisierte Ambulicine mit funktionsfähigem Rüssel).

Die Arten der Gattungen *Protichneumon* und anscheinend auch *Amblyteles* haben sich an die zweite große Gruppe der Sphingiden angepaßt, die *Sph. semanophorae*, und zwar an Gattungen der Subfamilien *Philampelinae* (*Panacra*, *Dahira*, *Ampelophaga*, *Macroglossum*) und *Choerocampinae* (*Theretra*, *Pergesa*, *Rhyncholaba*, *Rhagastis*) und anscheinend also meist an spezialisiertere unter ihnen. Unter den am meisten generalisierten Genera der Gruppe (*Acosmeryx*, *Deilephila*, *Acosmerycoides*) wurde Befall bisher nicht festgestellt. Über die chemische Beschaffenheit der Nährpflanzen der Wirtstiere läßt sich nur sagen, daß sie reich scheinen an Calciumoxalat, -tartrat, -karbonat. Die festgestellten Wirtstiere sind Waldbewohner, oder sie gehen auch in den Wald (*Rhyncholaba*, *Panacra mydon*, *Theretra pinastrina*), und der Befall dieser Arten wurde bei solchen in den Wald gegangenen Individuen festgestellt. Bewohner des freien Landes ist nur *Theretra suffusa*, aber auch die wenigen aus ihr erhaltenen Parasiten wurden aus Raupen am Waldrand (tiefere Lagen des Lo fao-shan und Ding wu shan erhalten.

III. Lymantriidenfresser. Auch sie scheinen alle Bergwaldbewohner, nur bei „*Protichneumon*“ *disparis* Poda ist Vorkommen in der

[1]) Die beiden Durchwanderer des freien Landes, *Acherontia atropos* und *Herse convolvuli*, kommen infolge dieses Biotops als Nahrung nur selten in Frage.

[2]) Verhältnisse im Tertiär, nach den gefundenen Pflanzenresten zu schließen, vielleicht ähnlich wie zurzeit in Südchina.

Kulturebene wahrscheinlich, da *Lymantria dissoluta* Swinh., der eine ihrer Wirte, vorwiegend dort lebt. Eine gegenüber den Sphingidenparasiten andersgeartete Chemotaxis scheint insofern vorhanden, als die Nährpflanzen der wenigen bisher bekannt gewordenen Wirtstiere charakterisiert sind durch Reichtum an Ölen, Harzen, Terpenen und Milchsaftschläuchen (*Pinus*, *Liquidambar*, *Ficus retusa*). Vorkommen der zu dieser Gruppe gezogenen Parasiten auf anderen Wirten als Lymantriiden kann als sicher gelten. Ob Anpassung an Wirte mit reduziertem Sauger vorliegt, bedarf der Untersuchung.

In Europa sind Ichneumoninen auch vielfach Parasiten von Noctuiden mit 14füßigen Raupen. In Südasien stellen solche etwa nur 10% der Noctuidenfauna; ihr Gros dort sind Genera mit verminderter Zahl der Bauchfüße und verlängerten Palpen („Deltoidea"), aus denen meines Wissens bisher Ichneumoninen nicht erzielt wurden; auch ein Hinweis, daß das Zentrum der Ichneumoninenentwicklung nicht in Südasien liegt.

Monophagie. Ich glaube, daß mit dieser Fassung der Monophagie (also z. B. monophag für ein Genus, eine Subfamilie usf.), die ich bereits 1922 in meiner Sphingidenarbeit gebrauchte, die osmotaktische Spezialisierung einer Spezies oder Speziesgruppe weit schärfer zum Ausdruck kommt, als mit dem sonst in diesen Fällen gebrauchten nichtssagenden Ausdruck „oligophag". Als oligophag bezeichne ich Tiere, die ihre Nahrung aus mehreren, meist 2—3 nahe verwandten Wirtsfamilien entnehmen, also z. B. die Raupe von *Cephenodes hylas* L. (Sphingidae: Nahrung; *Rubiaceae*, *Cornaceae*) oder die von *Episteme lectrix* L. (*Agaristidae;* Nahrung: *Liliaceae*, *Dioscoreaceae)*. Erörterungen über Monophagie sind nur hinsichtlich solcher Wirtsgruppen möglich, von denen größere Serien gezogen wurden und deren Biologie bisher durchgearbeitet ist, das sind vor allem Papilioniden und Sphingiden. Bezüglich der ersteren liegt eigene Registrierung über etwa 2000, hinsichtlich der letzteren über etwa 10 000 Puppen des gleichen Gebiets (Südchina) vor. Nach diesen scheinen:

Monophag für 1 Wirtsspezies: *Trogus spec.* ex *Pap. clytia, Protichneumon spec.* ex *Theretra suffusa*, *Protichneumon spec.* ex *Theretra pallicosta*, *Amblyteles spec.* ex *Dahira rubiginosa* = 4 sp. = 33,3%.

Monophag für 2 nahe verwandte Wirtsspezies: *Trogus bicolor* und *mactator* = 2 sp. = 16,8%.

Monophag für 2 nächstverwandte Genera der gleichen Formengruppe (Tribus): *Trogus pictus* = 1 sp. = 8,4%.

Monophag für 3 nahe verwandte Genera der gleichen Subfamilie: *Callajoppa*, *Facydes* (?) = 2 sp. = 16,8%.

Monophag für 4—5 Genera zweier nächstverwandter Subfamilien: *Protichneumon fumipennis* und *rufobalteatus*, wohl auch *forticornis* = 3 sp. = 24,7%.

Papilionidenschmarotzer befallen nur 1 von 3 Gruppen subgenerischer Wertung, Sphingidenparasiten im Höchstfalle zwei einander systematisch und chemotaktisch nächststehende von 5 Subfamilien. Über den Rahmen einer Wirtsfamilie hinausgehende Chemotaxis oder auch nur eine solche, die Tiere aus mehr als 2 nächstverwandten Subfamilien ihrer spezifischen Wirtsfamilie umfaßt, konnte also unter südchinesischen Ichneumoninen nicht festgestellt werden; alle sind nach unsrer gegenwärtigen Kenntnis monophag im weiteren Sinne.

Damit erweisen sich die Ichneumoninen als die am meisten chemotaktisch spezialisierten unter den parasitären Hymenopteren des Gebiets. Von Ophioninen wurden nur zwei Arten in einiger Zahl gezogen (man vgl. Tabelle II, S. 389). Von ihnen ist nach unsrer gegenwärtigen Kenntnis *Thyreodon* spec. monophag für eine Subfamilie der *Sphingidae*, nämlich für die, für die verkürzter Sauger Regel ist, die *Ambulycinae* (Gatt.: *Smerinthus*, *Smerinthulus*, *Oxyambulyx*), *Habronyx* spec. monophag für eine Familie mit verkürztem Sauger (*Saturniidae*, 5. Gatt.: *Actias* [selten], *Antheraea*, *Attacus*, *Philosamia*, *Eriogyna*), von den Pimplinen wurde die eine in nennenswerter Zahl gezogene Art (*Xanthopimpla spec.*) aus Wirten von zwei stammesgeschichtlich nicht miteinander verwandten Familien mit verkürztem Sauger (*Saturniidae*, *Lymantriidae*) erhalten. Sie ist also wohl polyphag. Am meisten polyphag unter den parasitären Hymenopteren des Gebiets scheinen als Familie genommen die Braconiden. Sie wurden bei Tag- und Nachtfaltern verschiedenster Familien und bei Tieren mit funktionsfähigem oder verkürztem Sauger gefunden (*Pieridae: Metaporia, Terias; Nymphalidae: Limenitis, Athyma; Sphingidae: Hippotion, Ampelophaga, Macroglossum: Saturniidae: Loepa; Eupterotidae: Apona; Notodontidae: Stauropus; Lymantriidae, Chalcosiidae, Lasiocampidae, Noctuidae* u. a.).

Prozentualer Anteil der Ichneumoninen an der Vernichtungsziffer ihrer Wirte. Es wurden erhalten aus rund

300	*Panacra mydon*	1 Parasit	= 0,3	%
300	*Theretra pinastrina*	2 Parasiten	= 0,6	„
150	*Rhyncholaba acteus*	1 Parasit	= 0,66	„
640	*Papilio* (*memnon*, *protenor*, *bianor*, *xuthus*)	7 Parasiten	= 1,1	„
700	*Acherontia* (5) und *Psilogramma* (*menephron*, 3)	8 „	= 1,1	„
150	*Macroglossum passalus*	2 „	= 1,3	„
50	*Ampelophaga rubiginosa*	1 Parasit	= 2,0	„
50	*Oxyambulyx sericeipennis*	1 „	= 2,0	„
100	*Rhagastis olivacea*	2 Parasiten	= 2,0	„
150	*Theretra pallicosta*	6 „	= 4,0	„
120	*Theretra suffusa*	6 „	= 5,0	„
40	*Rhagastis mongoliana*	2 „	= 5,0	„
100	*Papilio clytia*	6 „	= 6,0	„

55	*Psilogramma increta* (F. w., VIII. 1911) . .	4	Parasiten =	7,2 %
60	*Dahira rubiginosa* (M. Ende IV., Anfang V. 1913)	7	„ =	11,6 „
33	*Meganoton rufescens* (Dr., IX—XI. 1917)	15	„ =	45,0 „
60	*Panacra busiris* (Lof., VII.—VIII. 1916)	32	„ =	53,0 „

Verhältnisse bei Ophioninen und Pimplinen (cf. Tabelle II):

Aus	60 *Oxyambulyx liturata*	1	Parasit =	1,6 %
„	23 *Smerinthulus pallidus*	2	Parasiten =	8,7 „
„	10 *Smerinthus planus* (Shantung, IX 1915)	5	„ =	50,0 „
„	200 *Actias heterogyna*	1	Parasit =	0,5 „
„	1000 *Eriogyna pyretorum*	2 + 4	Parasiten =	0,6 „
„	400 *Philosamia cynthia*	5 + 1	„ =	1,5 „
„	400 *Attacus atlas*	2 + 5	„ =	1,75 „
„	150 *Antheraea (roylei, frithi)*	4	„ =	2,66 „

Bei den ersten 12 Wirtsgruppen (16 Spezies) liegt die Vernichtungsziffer durch Ichneumoninen zwischen 0,3—5,0 %, d = 2,6 %, scheint also für den Bestand des Wirts ohne Bedeutung. Bei *Rhyncholaba*, *Panacra mydon*, *Theretra pinastrina* führten nur Eiablagen im Walde zum Befall, auch bei *Acherontia*, *Psilogramma*, *Theretra pallicosta* erwiesen sich nur Wald-(Hoch-, Buschwald-)tiere als befallen, bei *Th. suffusa* solche in Waldnähe. Auch bei ausschließlich (*Rhagastis*, *Ampelophaga*, *Oxyamb. sericeipennis*) oder überwiegend (*Macroglossum passalus*) waldbewohnenden Arten scheint im allgemeinen die Sterblichkeitsquote durch Ichneumoninenbefall gering. Ähnliches zeigen die Beobachtungen an Ophioninen und Pimplinen.[1])

Die Vernichtungsziffer steigt, wenn an einem bestimmten Orte (baumarmes Flachland der Küstenzone: *Pap. clytia*) oder zu einer bestimmten Zeit (Anfang April bis Mai: *Dahira*) wenig andere Wirtsspezies oder so gut wie keine zur Verfügung stehen. Die besonderen Verhältnisse, die bei *Psilogramma increta* und *Smerinthulus pallidus* zu relativ hohen Vernichtungsziffern führten (7,2 und 8,7 %) vermag ich aus der Erinnerung nicht mehr zu deuten.

Wie örtliche und zeitliche Verhältnisse die Vernichtungsziffer in die Höhe schnellen können, zeigen die Verhältnisse bei *Meganoton rufescens*. Aus etwa 30 Sommerpuppen verschiedener Jahre wurden 6,6 % von *Callajoppa pepsoides* (Dr.) erhalten; aus 33 im gleichen Gebiet gesammelten Raupen (Dr., IX.—XI. 1917) der überwinternden Generation 45 %! Mangel an sonstigen Wirtstieren läßt sich für diese überraschend hohe Vernichtungsziffer glaubhaft machen: Raupen von *Acherontia lachesis*, dem 2. Hauptwirt der Art, fehlen von August an im Gebiet, die wie manche Sphingiden besonders im Herbst stark wandernden *Psilogramma* scheinen in der Zeit mehr im Gartenland der Ebene abzulegen, so konzentriert

[1]) Hoch bezw. relativ hoch scheint die durch Eiwespen erzeugte Letalziffer der Wirte.

sich der Befall auf den letzten Hauptwirt des Gebiets, den als reinen Waldbewohner nicht wandernden *Meganoton* und kann durch Dezimierung der überwinternden Generationen dessen Aussterben zur Folge haben.

Bei *Panacra busiris* bezw. *Protichneumon rufobalteatus* liegen die Verhältnisse ähnlich. *Theretra pinastrina* und *Panacra mydon* sind als Raupen überhaupt im Walde nicht häufig, *Rhyncholaba* und *Macroglossum* verteilen sich zum nicht unbeträchlichen Teile auch auf das freie Land außerhalb des Waldes, *Theretra pallicosta* fehlt im Gebiet als Raupe etwa vom letzten Viertel des Juni bis Anfang September, und vielleicht liegt so zwangsläufig eine Anpassung an *P. busiris* vor, die bei einer Vernichtungsquote von 53% deren Bestand gefährlich werden kann. Es wäre nach diesen Beobachtungen immerhin zu erwägen, ob das anscheinend zwischen 1910—1920 erfolgte Aussterben der Art in Nordkwangtung (*Th. pallicosta* fehlt dort ganz) mit auf den *Protichneumon* zurückzuführen ist.

Die Erscheinungszeiten der Lepidopteren von Shantung kenne ich im einzelnen nicht genügend, um eine brauchbare Deutung der hohen Vernichtungsziffer von *Smerinthus planus* (bewirkt durch *Thyreodon)* geben zu können, um so weniger, als *S. planus* in Kwangtung Freilandbewohner ist und nicht angegangen wird, *Thyreodon* und die befallenen Wirte hier aber Waldtiere sind. Sollte *Thyreodon* in Nordchina Freilandbewohner geworden oder die befallenen Raupen von *Smerinthus* in waldigem Gelände gesammelt sein? Sicher ist jedenfalls, daß die sehr hohe Zahl befallener *Sm. planus* vom Norden anormal und durch Zusammenwirken besonderer Umstände (ähnlich wie bei *Meganoton?)* erzeugt ist, sonst müßte die häufige Wirtsart dort ja längst ausgestorben sein.

Eine Pflanze ist im allgemeinen weiter verbreitet als das Lepidopteron, dessen Raupe sich von ihr nährt. Ebenso scheinen Ichneumoninen mehr stenök als ihre Wirte, insbesondere hinsichtlich des Biotops. So sind *Papilio memnon, protenor* und *bianor* im allgemeinen als Bergwaldbewohner zu bezeichnen, die sich auch an Gartenland und an die Kulturebene (Orangenzucht) angepaßt haben. Die in ihnen parasitierenden *Trogus* wurden bisher nur im offenen Flach- und Hügelland (auch Hochebene) gefunden. Man vergleiche dazu insbesondere auch das S. 378—379 über *Callajoppa* Gesagte. Die Wahl des Biotops kann also für ein Wirtstier ein Auslesefaktor sein. Für die meisten Sphingiden und Lymantriiden im Gebiet bedeutet Anpassung an freies Land, für Papilioniden zum Teil die an Bergwald Ausschaltung des Ichneumoninenbefalls.

Wie findet der Parasit seine Beute. Nach dem nicht großen an Sphingiden gesammelten Beobachtungsmaterial scheint die ablagereife Ichneumoninen-Imago alle Gewächse ihres Biotops bis zu einem gewissen Abstande vom Boden (bis etwa $2^1/_2$ m?) abzusuchen und nicht durch Besonderheiten der Wirtspflanze geleitet. So besucht *Protichneumon rufobalteatus* die bis etwa 80 cm (mit dem Stiel zuweilen bis etwa 1,5 m)

langen und weichen, oft grundständigen Schildblätter von *Alocasium macrorhiza* Schott (*Rhyncholaba, Panacra mydon*) am besonnten Bachufer, die bis über handlangen, spröden, milchsaftlosen holziger Euphorbiaceen (*Macroglossa poecilum, Theretra pallicosta*) im halbsonnigen Hochwaldunterholz, sowie die etwas gummiartigen der besonders an beschatteten Felsen und Baumstämmen kletternden *Pothos* (*Panacra busiris*). Die Raupe von *Panacra busiris* ist mit ihrem Graulichgrün (algenbewachsener Fels), ihren Strichen und Bändern von Braunrot (Jungtriebe von *Pothos*) in sehr hohem Grad umgebungsfarbig, frißt dazu nachts und liegt tags anscheinend in Lichtstarre. Bergungsfarbe und Bergungsinstinkt stimmen also bei ihr in so ungewöhnlichem Grade überein, daß man als Mensch nach der endlichen Entdeckung des Tieres stolz ist über die überraschend gelüftete Tarnkappe der Natur — aber peinlich berührt, wenn sich hinterher herausstellt, daß 50% der Individuen schon vorher von *Protichneumon* aufgefunden waren. Bei den in *Papilio* und Apaturiden parasitierenden *Trogus*[1]) ist ein Absuchen bestimmter durch den Geruch gefundener Gewächse (Rutaceen: ätherische Öle — Fagaceen: Gerbsäure, Tannin u. a. Bitterstoffe) wahrscheinlich.

Die befallene Wirtslarve. Bei Befall durch Ichneumoninen[1]) kommt die Wirtsraupe zur normalen Verpuppung, vermutlich, weil sie erst kurz vor dem Erreichen ihrer Maximalgröße befallen wird oder das Parasitenei in ihr eine längere Ruheperiode durchmacht (*Trogus pictus*). Eine Instinktänderung der Wirtsraupe, wie sie sonst bei Befall durch Parasiten Regel scheint (Rückbildung des Bergungsinstinktes, Nichtaufwölbung des Thorakalteils im Vorpuppenstadium[2]), Verpuppungseinleitungen noch vor der letzten Raupenhäutung u. ä.), Veränderung der Stigmenfarbe, Unterdrückung der Verpuppungsfärbung, wie sie z. B. bei Befall durch Braconiden oder Tachiniden Regel ist, wurde bei Ichneumoninen-Infektion bisher nicht beobachtet, ist aber bei nicht überwinternden *Hestina a. assimilis* L. zu erwarten.

Das Schlüpfloch, durch das sich der Schmarotzer aus der Wirtspuppe herausnagt, scheint von der Lage des Parasitenkokons im Wirt abhängig. Bei den Stürzpuppen der Nymphaliden (*Hestina*) und den steil nach oben gerichteten Gürtelpuppen der Papilioniden liegt infolge seiner Schwere der Parasit im tiefsten Teile des Wirts (Kopf- bezw. Analende) und das Herausnagen erfolgt am Kopfende des Parasitenkokons, d. h. auf den Flügelscheiden der Wirtspuppe, d. i. zugleich die Stelle des geringsten mechanischen Widerstandes. Daß dieser Umstand nebensächlich ist, beweist der Schlupfmodus der Sphingiden- und Lymantriiden-Schmarotzer. Deren Puppen liegen im allgemeinen horizontal in Erdgehäuse oder Kokon, und der Parasit schlüpft, indem er das Kopfende der Wirtspuppe ab-

[1]) Auch bei der Ophionine *Thyreodon* (*Fagaceae*).

[2]) d. h. den 2—4 Tagen, die die Raupe vor dem eigentlichen Verpuppungsakte in Kokon oder Erdhöhle liegt.

schneidet.[1]) Bei *Callajoppa*, sowie anscheinend bei *Protichneumon* in den am Kopfende breiteren *Theretra*-Puppen reicht der Parasitenkokon bis in das Kopfende des Wirts, und Puppenkokon und Kopfende der Wirtspuppe werden gleichzeitig durchbissen. Das Kopfende des Parasitenkokons sitzt im abgenagten Puppenkopfe. Bei am Kopfende schmäleren Puppen (*Rhyncholaba*, bei allen untersuchten fünfzehn *Panacra busiris*) endet der Parasitenkokon tiefer und es wird zuerst dessen Kopfende und dann als Sonderstück das der Wirtspuppe abgenagt. Vielleicht existieren auch wieder spezifische Differenzen bei den verschiedenen Parasitenspecies. Anormales Schlüpfen, vermutlich durch Bauchlage der Wirtspuppe er-

Abb 2. Schlüpfmodus von Ichneumoninen; a von *Trogus bicolor* aus *Papilio memnon*; b von *Tr. mactator* aus *Pap. xuthus*; c—d von *Callajoppa pepsoides*; e aus *Meganoton rufescens* (normal); d aus *Acherontia lachesis* (anormal); e von *Protichneumon fumipennis* aus *Ampelophaga rubiginosa*; f von *Protich. rufobalteatus* aus *Rhyncholaba aceus*; g—i in am Kopfende schmäleren Puppen (*Rhagastis olivacea, Panacra busiris, Rhagastis mongoliana*) endigt der *Protichneumon*-Kokon tiefer und es wird erst sein Deckel, dann die Puppe durchbissen. a—f = 4/5 nat. Gr., g—i = nat. Gr.

zeugt, erfolgte bei einer *Callajoppa*: aus dem Mesothorax einer *Acherontia* (Abb. 2 d).

Es wurde nie mehr als eine Ichneumonine aus einem Wirtsindividuum gezogen, auch dann nicht, wenn nach menschlichem Ermessen der Wirtskörper Raum für zwei (*Papilio memnon*) oder drei (*Oxyambulyx sericeipennis*) Parasiten geboten hätte, und im allgemeinen ist der Schmarotzer im Verhältnis zur Wirtspuppe relativ klein oder gerade entsprechend (*Callajoppa* aus *Meganoton*).[2]) Daß Parasit und Wirt aus der gleichen Puppe schlüpften, wurde unter dem vorliegenden Materiale nicht beobachtet.[3])

[1]) Das gleiche geschieht bei den beobachteten Ophioninen und Pimplinen.

[2]) Ophioninen und ihre Wirte entsprechen einander oder der Parasit ist sogar groß im Vergleich zur Wirtspuppe.

[3]) Durch persönliche Beobachtungen ist mir ein solcher Fall bekannt (Zeulenroda-Ostthüringen, 1901): aus einer Puppe von *Moma orion* L. schlüpfte eine Ichneumonide. Sie hatte das ganze Abdominalende der Puppe, das nach dem Schlüpfen des Parasiten

Die Disharmonie im Zahlenverhältnis der Geschlechter ist auffallend, beim Gesamtmaterial ist ♂ : ♀ = 100 : 50,6. Man möchte daraus schließen, daß Fänge im Flug- und Nahrungsbiotop der blütenbesuchenden ♂♂, die ja ganz anders liegen als der Brutbiotop der ♀♀, unterlassen wurden. Aber bei gezogenen Tieren allein verschiebt sich das Verhältnis nur wenig = 100 : 52,4 und nur bei einer Art (*Trogus* sp. aus *Papilio clytia*) wurden mehr ♂♂ (3) als ♀♀ (1) erhalten. Es ist jedem Züchter von Lepidopteren bekannt, daß bei ungenügender Pflege der Raupen (ungeeignetes Futter, vom Optimum abweichende Temperaturen u. ä.) bedeutend mehr weibliche als männliche Puppen erzielt werden, weil männliche Tiere anfälliger sind als weibliche und zugrunde gehen. Vielleicht läßt die Disharmonie im Zahlenverhältnis der Geschlechter südchinesischer Arten, die aus anderen Teilen ihres Areals bisher nicht gemeldet worden ist, auch (man vgl. dazu S. 374 u. 376) den Schluß zu, daß die klimatischen Verhältnisse des Gebiets außerhalb ihres Optimums liegen.

Die Zahl der Generationen beträgt anscheinend im allgemeinen 4—5, kann aber bei der gleichen Art entsprechend den Verhältnissen der Wirte eine Reduktion erfahren, bei *Callajoppa pepsoides* in *Meganoton* anscheinend auf zwei, bei *Protichneumon rufobalteatus* in *Theretra pallicosta* auf $1^1/_2$—2, bei *Protichneumon fumipennis* in *Dahira rubiginosa* auf eine Generation, bei *Amblyteles spec.* in *Dahira rubiginosa* scheint Anpassung an den obligatorischen Eingenerationenzyklus des Wirts vorzuliegen.

Einzelheiten über beobachtete Entwicklungsdaten.

Trogus bicolor; aus *Papilio memnon*: Rp. aufgehängt 15. VII., Parasit e. p. 20. VIII. = 26 Tg.; Rp. aufgehängt 19., Parasit e. p. 28. IX. = 9 Tg., (beide ♀♀, Dr.).

Trogus spec.; aus *Papilio clytia*: 2 Rp. aufgehängt 15. X., Parasiten e. p. 17. II. und 5. III. = 124 und 140 Tg.; 2 Rp. aufgehängt 29. V. und 4. VI., Parasiten e. p. 20. II. und 5. III. = 232 und 249 Tg.

Trogus pictus; aus *Hestina assimilis*: Rp. anscheinend nach 1. Häutung erhalten 9. XI. (gefunden etwa 1.—2. XI.); vppt. 7. III. bezw. 21. III., Parasiten e. p. 31. III. und 8. IV. (10 a. m.).

Facydes purpureomaculatus; Rp. von *Oxyambulyx sericeipennis* i. E. 18., Parasit e. p. 26. IX. (sehr klein für den großen Wirt) = 8 Tg.

Callajoppa pepsoides; vergl. unten Tabelle.

Protichneumon fumipennis; Oktoberpuppen von *Pergesa elpenor lewisi* aus West-Yünnan, im Dezbr. nach Kanton gebracht, ergaben die Falter zwischen 7. III.—2. V., den einen Parasiten am 28. I.; 2 Tiere aus *Rhagastis olivacea*, Rp. eingesp. 13., Wespen e. p. 20. VI. und 3. VII. = 13 und 20 Tg. (Te.); 2 Tiere aus *Macroglossum passalus* Drury, Rp. eingesp. 2. bezw. 3., e. p. 26. und 23. VIII. 1915 = 24 und 20 Tg. (Te.). 1 Tier aus *Dahira rubiginosa*, Rp. eingesp. 26. IV. 1914, e. p. 5. III. 1915 = 307 Tg. (M).

---

hell durchscheinend geworden war, ausgefüllt und schlüpfte seitlich am 1. freien Abdominalsegmente; 3—4 Tage später schlüpfte der Falter, der den Raum bis zur Seite des 1. freien A-Segments ausgefüllt hatte und entwickelte sich anscheinend normal, war nur etwas kleiner (auch in den Flügeln). Das Parasitenei war also vermutlich in das Leibesende der erwachsenen Raupe gelegt worden. Leider habe ich Bestimmung des Parasiten und Untersuchung der Fortpflanzungsfähigkeit (♀) des Wirts unterlassen.

Protichneumon rufobalteatus sinensis; 1 Tier aus *Rhyncholaba acteus* Rp. eingesp. 25. 5., Wespe e. p. 10. VI. = 16 Tg. (Dr.); 1 Tier aus *Panacra mydon*, Rp. eingesp. 3., Wespe e. p. 20. VII. = 17 Tg.; 14 Tiere aus *Panacra busiris*, zwischen 12.–25. VIII. 1916 geschlüpft nach 16–25 Tg. (Lof.); 1 Tier aus *Theretra pinastrina*, Rp. eingesp. 2. XI., Wespe e. p. 6. IV. = 155 Tg. (M-C); 5 Tiere aus *Theretra pallicosta*, davon 3 Regenzeittiere, Rp. eingesp. 3., bezw. 7. und 11. VI., Wespen e. p. 3. bezw. 4. und 5. VII. = 31 bezw. 27 und 25 Tg., und 2 überliegende Regenzeittiere, Rp. eingesp. 3. bezw. 5. V., Wespen e. p. 19. III. bezw. 5. IV. = 289 und 304 Tg.

Protichneumon sp.; Rp. von *Theretra pallicosta*, eingesp. 5. VI., Wespen e. p. 9. und 13. IV. = 308 und 312 Tg.

Protichneumon sp.; Rp. von *Theretra suffusa*, eingesp. 10.—13. VI., Wespen e. p. 24. VI. bis 10. VII., = 20–27 Tg.

Amblyteles spec.; 7 Tiere aus *Dahira rubiginosa*, Rp. eingesp. zwischen 20. IV.–5. V. 1913, Wespen e. p. 8. (3) — 21. (1) — 22. (3) III. 1914 = 312–320–321 (2) –322–323–328 Tg. (M).

Zu parasitären Hymenopteren anderer Subfamilien!

Thyreodon sp.; Rp. von *Smerinthulus pallidus* Mell, in Erde 20. und 22. VI. (Dr.), Wespen e. p. 24. und 25. VII. = 33 und 36 Tg.; Rp. von *Oxyambulyx liturata* (Btlr.), i. E. 26. VI. (Dr.), Wespe e. p. 31. VII. 1917 = 36 Tg.; aus 3 Puppen von *Smerinthus planus* Wlkr. von Shantung (Pe tai ho, Mitte VIII. 1915) schlüpfen die Wespen in Kanton am 24. IV., 4. und 6. V. 1916 = etwa 242 bezw. 253–254 Tg.

Habronyx sp.; 5 Rp. von *Philosamia cynthia* Drury, eingesp. zwischen 2. X. bis 18. XI. (F. w.), Wespen e. p. 7.—12.—20.—21.—23. IV. 1911 und 1917 (12. IV.) = 148 — 182 Tg.; 2 Rp. von *Attacus atlas* L., eingesp. wie die von *Philosamia* (M), Wespen e. p. 14. und 22. IV. 1912 = 192 Tg. (2 ×); 1 Rp. von *Actias heterogyna* Mell (Dr.), Wespe e. p. 18. II. 1917 = 119 Tg.; 1 Rp. von *Antheraea frithi* Moore, eingesp. 28. IX. Dr., Wespe e. p. 12. V. 1918 = 227 Tg.; 2 Rp. von *Eriogyna pyretorum* (Westw.), Rp. eingesp. 20. V. u. 1. VI., e. p. 20. IV. 1918 und 23. IV. 1916 = 323 und 334 Tg.

Xanthopimpla sp.; 1 Rp. von *Philosamia cynthia* Drury, eingesp. 6., e. p. 11. VII. 1914 = 5 Tg. (Lof., Anmerkg. meiner Sammler); 1 Rp. von *Attacus atlas* L., eingesp. 28. VI., Wespe e. p. 15. VII. 1915 = 18 Tg. (M); 2 Rp. von *Eriogyna pyretorum* (Westw.), eingesp. 28. und 20. V., Wespen e. p. 13. XII. 1915 und 28. I. 1916 = 199 und 251 Tg. (M).

Erläuterungen zu Tabelle II. Der Befall einer Raupe durch die Ichneumonine wurde in 5 Fällen beobachtet: bei *Trogus* spec. (*Papilio clytia*), bei *Callajoppa pepsoides* Smith (1 *Psilogramma*, 1 *Acherontia*) und bei *Protichneumon rufobalteatus* (1 *Rhyncholaba*, 1 *Theretra pallicosta*), und er erfolgte in diesen Fällen bei Raupen, die sich etwa 2—3 Tage vor dem Erreichen ihrer Maximalgröße und dem Auftreten der Verpuppungsfärbung, also der Verpuppungsreife befanden. Es läßt sich daraus vielleicht schließen, daß zum wenigsten bei Papilioniden und Sphingiden im allgemeinen die erwachsene oder nahezu erwachsene Raupe befallen wird, und daß die in Tabelle II angeführten Zahlen der Entwicklung des Parasitenplus etwa 3 annähernd seine Gesamtentwicklung[1]) darstellen. Es läßt sich wohl auch aus den S. 384 gemachten Angaben

[1]) Vgl. auch Fußnote [1]) zu Tabelle II.

Tabelle (II) zum Entwicklungstempo bei Wirt[1]) und Parasit.

Wirt	Generationen (Zeit)	Zahl der beobachteten Tiere	Puppenstadium[2]) Grenzgrößen Tage	Puppenstadium[2]) Durchschnitt	Parasit	Zahl der beobachteten Tiere	Liegezeit der befallenen Wirtspuppen Grenzgrößen Tage	Liegezeit der befallenen Wirtspuppen Durchschnitt
Rhopaloceren parasiten.								
Papilio memnon	Heiße Zeit	12	13—18	15	*Trogus bicolor*	2	9 und 26	17,5
Papilio xuthus	Normal überw. Tiere	6	110—154[3])	134	*Trogus mactator*	2	172—173	172,5
Papilio clytia	Normal überw.	8	134—167	142	*Trogus spec.*	2	124—140	132
	Fraktiert überw. (Heißfeuchte Zeit)	2	355—363	359		2	232—249	241
Hestina assimilis	Überw. (1.) Generation	4	10—13	11,3	*Trogus pictus*	2	18—24	21
	Gesamtentwicklung	4	151—167[4])	157		2	146—154	150
Sphingidenparasiten.								
Meganoton rufescens . . .	Überw. Tiere	35	163—220	194	*Callajoppa pepsoides* . . .	8	141—196	174
	Heißtrockene Zeit	6	21—36	27		2	35—37	36
Rhagastis olivacea . . .	Heißfeuchte Zeit	4	12—16	14	*Protichneumon fumipennis*	2	13—20	17
Macroglossum passalus . .	„ „	7	15,5—23	19		2	20—24	22
Pergesa elp. lewisi . . .	Überw. Tiere	12	140—211	180		1	104	—
Dahira rubiginosa . . .	Einzige Generation	Etwa 100	288—357	328		1	307	—
Dahira rubiginosa . . .	„ „	„ 100	288—357	328	*Amblyteles sp.*	7	312—328	321
Macroglossum poecilum .	Heißfeuchte Zeit	10	12—20	16	*Protichneumon rufobalteatus*	1	14	—
Panacra mydon	„ „	27	12—22,5	16		1	17	—
Rhyncholaba acteus . . .	„ „	14	14—22	18		1	16	—
Panacra busiris	„ „	36	13,5—21	18		9	16—25	20
Theretra pinastrina . . .	Überw. Generation	9	156—187	167		1	155	—
Theretra pallicosta . . .	Heißfeuchte Zeit	12	17,5—20	18		3	25—31	28
	„ „ frakt. überw.	40	303—353	326		2	289—304	296
Theretra pallicosta . . .	Heißfeuchte Zeit, frakt. überw.	40	303—353	326	*Protichneumon sp.* . . .	2	308—312	310
Theretra suffusa	Heißfeuchte Zeit	9	17—21,5	19	*Protichneumon sp.* . . .	6	20—27	24
	Heiße Zeit	8	18—25	22	*Exodes purpureomaculatus*	1	8	—

Sphingiden-(Ambulicinen-)Parasiten.

					Ophioninen:			
Smerinthulus pallidus Mell	Heißfeuchte Zeit	13	10,75—16,5	13,9	*Thyrodon spec.*	2	33—36	34,5
Oxyambulyx liturata (Btlr.)	„ „	18	12—32	21,5		1	36	—
Smerinthus planus Wlkr. .	Überw. Tiere (Kwangtung)	18	117—160	132		3 (Shantung)	242—254	250

Saturniidenparasiten.

					Ophioninen:			
Actias heterogyna Mell . .	Überw. Tiere	33	124—223	163	*Habromyx spec.*	1	119	—
Antheraea (*frithi* Moore, *roylei* Moore)	„ „	18	60—200	130		4	83—227	135
Philosmaa cynthia (Drury)	„ „	14	144—198	175		5	148—182	166
Attacus atlas L.	„ „	8	178—218	194		2	192	192
Eriogyna pyretorum (Westw.)	Einzige Generation	89	217—288	260		2	323—334	329
					Pimplinen:			
Philosamia cynthia (Drury)	Heißfeuchte Zeit	14	20—26	23	*Xanthopimpla spec.* . . .	1	5 (A. m. F.	—
Attacus atlas L.	„ „	8	25—34	29		5	18—30	ca. 25
Eriogyna pyretorum (Westw.)	Einzige Generation	89	217—288	260		2	199—251	227
Lymantria[5]) *mathura* Moore	Heißfeuchte Zeit	5	11—14	12,5		1	12	—

[1]) Es wurden viel mehr Wirtsindividuen gezogen, als hier aufgezählt sind; aber die Entwicklungsdaten wurden aus Zeitmangel nicht immer notiert.

[2]) Unter Puppenstadium ist hier, wie stets in meinen Arbeiten, Vorpuppenstadium (d. h. die Zeit vom Eintritt der Verpuppungsfärbung bezw. vom Eintritt der negativen Phototaxis bis zum Abstreifen der Raupenhaut) und Puppenstadium s. str. zusammen gemeint.

[3]) Puppen der Art aus den Bergzügen von Nordkwangtung nach Kanton gebracht, also das Stadium verkürzt. Die beiden Parasiten sind aus Puppen, die aus Westyunnan nach Kanton bezw. aus Nordkwangtung nach Berlin gebracht wurden und für die Schlüpfdaten von entsprechend behandelten Faltern nicht vorliegen.

[4]) Die Zahlen bedeuten hier also Ei-, Raupen-, Puppenstadien zusammen.

[5]) Also Lymantriide.

über Nichtveränderung in Erscheinung und Instinkt der verpuppungsreifen Raupen folgern. Über die abweichenden Verhältnisse bei *Trogus dictus* vgl. man weiter unten.

Nach den vergleichbaren Zahlen scheint es, als ob aus überwinternden Puppen der Parasit früher schlüpft als sein Wirt; am augenfälligsten ist das bei den aus Westyunnan (2100 m Seehöhe) nach Canton gebrachten Puppen von *Pergesa elpenor lewisi* Btlr., Stadien von Wirt und Parasit (*Protichneumon fumipennis* Cam.) = 180 : 104 Tage.[1]) Bei nicht überwinternden Individuen scheint im allgemeinen die Entwicklung des Parasiten etwas länger als die der Wirtspuppe zu sein (bei den untersuchten Arten 11,1 bezw. 26,3 bezw. 33,3 bezw. 61,1 % mehr). Die wahrscheinlichste Deutung dieses anscheinend gegensätzlichen Verhaltens dürfte sein, daß der im schlechten Wärmeleiter des wässerigen Wirtsmediums liegende Endoparasit weniger von Umweltfaktoren abhängig ist als der Wirt und mehr dem in ihm liegenden Entwicklungsrhythmus folgen kann. Nur in 2 Fällen ist auch bei Sommertieren die Entwicklungsdauer des Parasiten deutlich (*Trogus bicolor*) oder auffallend (*Facydes purpureomaculatus*) kürzer als beim Wirt. Vielleicht ist also bei ihnen der Befall der Wirtsraupe früher erfolgt, oder der relativ kleine (*Trogus*) oder sehr kleine (*Facydes*) Parasit entwickelte sich bei der Überfülle an Nahrung außergewöhnlich schnell (vgl. auch S. 393).

Indirekte oder direkte Beeinflussung des Parasiten-Entwicklungstempos durch den Wirt scheint in einigen andern Fällen vorzuliegen. Die in der Tabelle genannten Wirte von *Trogus pictus* Kriechb., die Raupen von *Hestina assimilis* L., erhielt ich, als sie etwa 8 Tage alt waren. Meine Sammler befanden sich, als sie in Kanton eintrafen, drei volle Tage mit ihnen auf der Reise, hatten sie 2—3 Tage vor ihrem Abmarsch gefunden, der Befall der Jungraupen erfolgte also spätestens 2—3 Tage nach dem Schlüpfen aus dem Ei (1.—2. XI.). Es kann mit größter Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß das Parasitenei ohne Weiterentwicklung, als Latenzei, im Wirt liegt[2]) und erst im ersten bis zweiten Märzdrittel, d. h. nach $4\,^1/_3 - 4\,^2/_3$ Monaten, wenn sprunghaft die rapide Entwicklung des Wirts einsetzt, die Parasitenlarve aus ihrem Ei schlüpft. In Europa, beim Parasitieren in *Apatura iris* L., dürfte die Eiruhe des Parasiten $7\,^1/_3 - 7\,^2/_3$, ja vielleicht 8 Monate dauern, ein Eistadium, wie es mir unter Lepi-

[1]) Die Kürze des Parasitenstadiums ist überraschend. Man möchte aus ihr schließen, daß die Entwicklung des Parasiten durch die des Wirtes angeregt wird, aber, einmal im Gange, schneller verläuft (cf. Brutparasitismus bei Vögeln).

[2]) Befall der Jungraupen etwa um die Zeit der 1. Häutung und langes Ruhestadium des Parasiteneies in ihnen scheint auch bei Chalcidinen vorzukommen. Jungraupen von *Metaporia largeteaui* Oberth. (primitive Pieride), Ende September, anscheinend nach der 1. Häutung eingetragen, ergaben am 15. Januar aus etwa $^2/_3$ erwachsenen Raupen die Parasiten.

dopteren nur von *Parnassius* bekannt ist. Eine etwaige Erwägung, daß die Parasiten-Imagines (e. p. 31. III. und 8. IV.) 7 Monate leben, 5 Generationen ihrer Wirtstiere ungenützt vorübergehen lassen und erst die überwinternden Jungraupen (Ende X., Anfang XI.) ihres Wirts wieder befallen, dürfte nur rhetorischen Charakter haben.[1]) Ohne sonderlichen Zweifel kann angenommen werden, daß der Parasit ähnlich wie der Wirt in der warmen bezw. heißen Zeit der Gegend seine Gesamtentwicklung in etwa 20 Tagen durchläuft. Ob nun bei *Trogus pictus* eine direkte oder indirekte klimatische Anpassung an den Entwicklungsmodus des Wirtstieres vorliegt, läßt sich zurzeit nicht entscheiden. Es würde entschieden werden können, wenn man den im Oktober geschlüpften Parasiten zu Raupen der andern im Süden von Kwangtung häufigen Apaturide, *Apatura parisatis* Westw. (Nährpflanze die immergrüne *Celtis*[2]) *philippinensis* Blanco) brächte. Diese indomalaiische Art schaltet im Gegensatz zu den paläarktischen Formen keine Winterruhe ein, behält wie jene den Entwicklungsmodus ihres Ursprungsgebiets auch an ihren Arealgrenzen bei und entwickelt sich — nur entsprechend verlangsamt — auch im südchinesischen „Winter" als Raupe und Puppe weiter, und November bis Dezember gesammelte Raupen und Puppen ergeben die Imagines noch Dezember bis Januar. Theoretisch müßten das, wenn direkte Einwirkung durch den Entwicklungsrhythmus des Wirts vorliegt, die auf sie überführten *Trogus pictus* auch tun.

Als direkte Beeinflussung durch den Entwicklungsrhythmus des Substrats müssen die Beobachtungen an *Protichneumon rufobalteatus* gedeutet werden. Dieser Parasit wurde aus sechs Wirten gezogen; fünf von ihnen haben die für stammesgeschichtlich jüngere Sippen tropischer Gebiete charakteristische schnelle Entwicklung (Raupenstadien von 12 bis 18, Puppenstadien von 12 bis 22 Tagen in den warmen und heißen Zeiten des Jahres). Die aus diesen 5 Wirten gezogenen Parasiten entwickelten sich ähnlich kontinuierlich wie ihre Wirte und haben 4—5 Generationen im Jahre. Der sechste Wirt, *Theretra pallicosta*, hat doppelt fraktierte Entwicklung. Von seinen Ende Mai, Anfang Juni als den Nachkommen der überwinternden Generation erhaltenen Puppen schlüpften etwa 23 % nach dem für Sphingiden dieser Größe und Jahreszeit normalen Stadium von 17,5—20 Tagen, 7 % nach Stadien von 90—105 Tagen (IX.—X.), etwa 70 % haben nur eine Generation und überliegen mit einem Puppenstadium von 303—353 Tagen bis zum nächsten März. Aus gleichzeitig und am gleichen Ort gesammelten Nachkommen der überwinternden Generation von *Theretra pallicosta* schlüpften 5 *Protichneumon rufobalteatus*,

[1]) Je eine Imago von *Xanthopimpla*, e. p. 13. XII. und *Protichneumon fumipennis*, e. p. 21. II. lebten ohne Nahrungsaufnahme 10 bezw. 13, ein Tier von *Protichneumon rufobalteatus*, e. p. 22. VIII. = 8 Tage.

[2]) Nährpflanze der *Hestina* ist die etwa im Januar bis Februar für wenige Wochen laubabwerfende *Celtis sinensis* Pers.

und zwar 3 nach 25—31 Tagen, d. h. mit der für Sommertiere von Ichneumoninen gegenüber den Wirtstieren charakteristischen Verzögerung, die beiden andern schlugen in den Eingenerationenzyklus wie $^7/_{10}$ der Wirtstiere und überlagen (mit einem Puppenstadium von 289—304 Tagen) bis zum folgenden Frühlinge.

Direkte Beeinflussung durch den Entwicklungsrhythmus des Wirts scheint auch bei *Protichneumon fumipennis* vorzukommen. Aus Tieren mit schneller Entwicklung und 4—6 Generationen hat er Entwicklungszeiten von durchschnittlich 17 und 22 Tagen (Grenzgrößen 13—24 Tage), bei Entwicklung aus *Dahira rubiginosa*, die unveränderlich nur eine Generation hat, Eingenerationenzyklus (307 Tg.). Es ist in diesem Zusammenhange sehr bedauerlich, daß die ausschließlich aus *Dahira* erhaltene, in

Abb. 3. a *Callajoppa pepsoides* Smith, ♀. b *Protichneumon (Hadrojoppa) fumipennis* Cam., ♀, beide Sphingidenparasiten.

Südchina anscheinend für sie monophage Species noch nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte.[1]) Ihr Vorkommen nördlich der Wasserscheidenberge zwischen Yangtse einerseits und Sikiang-Minkiang andererseits, wo Sphingiden der *Dahira*-Verwandtschaft mit ausschließlich einer Generation fehlen, würde darauf hinweisen, daß auch bei dieser Art Beeinflussung durch den Entwicklungsrhythmus des Wirts vorliegt. Vielleicht ist direkte Beeinflussung durch den Entwicklungsrhythmus des Substrats unter Parasiten gar nicht so selten. Die beiden Individuen der anderen, aus *Theretra pallicosta* gezogenen *Protichneumon spec.* überlagen gleichfalls mit den Wirtspuppen vom Juni bis zum Frühjahr (d = 310 Tage), was als sonst unter Ichneumoninen nicht vorkommende Entwicklungserscheinung wohl auch nach der angegebenen Richtung hin gedeutet werden kann. Ein vierter ähnlicher Fall wurde bei dem spezifisch noch nicht bestimmten

[1]) Ich fand die Art erst nach der Abreise von Herrn Heinrich in meinen Materialien auf.

Trogus aus *Papilio clytia* L. festgestellt. Er wurde aus normal überwinternden, Ende Oktober gesammelten und auch im Mai bis Juni eingetragenen, nach normal kurzer Ruhe geschlüpften Puppen des Wirts erhalten. Nun kommt — ähnlich wie bei *Theretra pallicosta* — bei Junipuppen des Wirts fraktierte Entwicklung und zum Teil Überliegen bis zum folgenden März bis April vor. Aus fünf solchen überliegenden Wirtspuppen (gleicher Ort, gleiche Zeit) schlüpften 3 Imagines, dazu 2 Parasiten, die also die fraktierte Entwicklung ihres Wirts mitmachten.

Ähnliches läßt sich aus den wenigen Zahlen über Parasiten andrer Subfamilien schließen. Bei den beiden Species, die sich für Saturniiden spezialisiert haben, *Habronyx* (Ophionine) und *Xanthopimpla* (Pimpline) bilden die Zahlen der Entwicklungsdauer von Wirt und Parasit etwa parallele Reihen. Die Höchstzahlen zeigen Wirte mit ausschließlich einer Generation (*Eriogyna*) und die aus ihnen gezogenen Parasiten. Zwischen den beiden Parasiten ist wieder ein Unterschied in der Entwicklung, auch beim Schlüpfen aus dem gleichen Wirt. *Xanthopimpla* hat im ganzen schnellere Entwicklung und schlüpft am Anfange der Entwicklung von *Eriogyna*, *Habronyx* langsamer und etwa 2 Monate nach der Flugzeit von *Eriogyna*, etwa wenn die langsam wachsenden Wirtsraupen $^3/_5$ erwachsen sind. Bei ihr kann man also event. von einer Anpassung an den Wirt reden und möglicherweise haben sich bei ihr Wirtsrassen herausgebildet. *Habronyx* findet Dezember bis Januar $^3/_5$ erwachsene Raupen von *Antheraea* und befällt wahrscheinlich dann diese.

Bei den drei aus überwinternden nordchinesischen (etwa 36° n. Br.) Puppen in Canton (23° n. Br.) aus *Smerinthus* geschlüpften *Thyreodon* (Ophionine) könnte man annehmen, daß sie den nordischen Entwicklungsgang ihrer Wirte beibehalten haben. Aber auch bei den im nördlichen Kwangtung, anscheinend der Südgrenze des Parasitenareals, gezogenen Individuen fällt die gegenüber den Wirten viel längere Entwicklungsdauer auf, die auf Unabhängigkeit des großen Parasiten sowohl vom Entwicklungsgang des großen wie des kleinen Wirts und auf Anpassung an nordischen Entwicklungsrhythmus hindeutet.

Wir wissen zurzeit nichts über endokrine Drüsen bei Insekten oder überhaupt über Organe bei ihnen, die den Entwicklungsrhythmus bestimmen. Immerhin wäre es vorstellbar und die angeführten Beobachtungen nach der Richtung hin deutbar, daß neben der Ernährung per os gelegentlich osmotische Nahrungsaufnahme bei Endoparasiten vorkommt und dabei die den Entwicklungsrhythmus bestimmenden Sekrete des Wirts unverändert aufgenommen werden und den Entwicklungsrhythmus des Parasiten bestimmen können.

Gänzlich unverständlich und auch unwahrscheinlich ist der Gedanke einer Beeinflussung der Entwicklungsdauer von Pflanzenfressern durch die von ihnen unter normalen Verhältnissen gewählte Art der Nahrung. Vielleicht darf ich aber doch, um die Berechtigung zur Frage-

Tabelle III. Vergleichsreihe zur Gesamtentwicklung von Wirt (Raupen- + Puppenstadium) und Parasit in der kontinuierliche Entwicklung gestattenden warmen und heißen Zeit.

Jahreszeit	Wirt	Gesamtentwicklung		Parasit	Gesamtentwicklung		
		Zahl der beobachteten Fälle	Durchschnitt Tage		Zahl der beobachteten Fälle	Durchschnitt Tage	% Wirtsstadien
Heißtrocken	*Meganoton rufescens* . .	2 Rp. + 6 Pppst.	75	*Callajoppa pepsoides* . .	2	36	48
Heißfeucht	*Oxyambulyx sericeipennis* .	2 Rp + 13 Pppst.	58,5	*Facydes purpureomaculatus*	1	8	13,8
Heißfeucht	*Rhagastis olivacea* . . .	1 Rp. + 2 Pppst.	31	*Protichneumon fumipennis*	2	17	55,5
„	*Macroglossum passalus* . .	0 Rp.[1]) + 3 Pppst.	35		2	22	62,8
IV. bis Anf. V.	*Dahira rubiginosa* . . .	1 Rp. + 100 Pppst.	352		1	307	87,2
Heißfeucht	*Macroglossum poecilum* .	0 Rp.[1]) + 9 Pppst.	28	*Protichneumon rufobalteatus*	1	14	50,0
„	*Panacra mydon*	1 Rp. + 24 Pppst.	30,7		1	17	55,3
Heiß	*Rhyncholaba acteus* . . .	2 Rp. + 9 Pppst.	31,8		1	16	50,3
Heißfeucht	*Panacra busiris*	2 Rp. + 36 Pppst.	33,8		9	20	59,2
„	*Theretra pallicosta* . . .	2 Rp. + 12 Pppst.	39,0		3	28	71,7
„	*Theretra pallicosta* . .	2 Rp. + 41 Pppst.	346,0		2	296	82,6
IV. bis Anf. V.	*Dahira rubiginosa* . . .	1 Rp. + 100 Pppst.	352,0	*Amblyteles*	7	321	91,2

[1]) Raupenstadien berechnet nach den Zahlen anderer im Gebiet häufiger Arten der Gattung.

stellung überhaupt nachzuweisen, Freilandarbeitern in Süd- und Ostasien einige Daten aus meinen Tagebüchern mit der Bitte um Nachprüfung vorlegen. Die Raupen der Agaristide *Episteme lectrix* (L.) fressen in Südchina in der Hauptsache *Smilax china* Dav. und *Dioscorea batatas* L. Erstere ist immergrün und steht Ende Januar bis Februar in prunkenden roten weichen Jungsprossen; die oberirdischen Triebe von *Dioscorea* vertrocknen im „Winter" und neuer Ausschlag kommt erst etwa Anfang April. Novemberpuppen der *Episteme* von *Smilax* schlüpften z. T. schon im Januar, Oktober-Novemberpuppen der Art von *Dioscorea* von März bis Mai und bis Juli, August. *Actias selene* Hbn. von *Canarium* und *Liquidambar* schlüpften schon im Januar bis Februar, und erstere ist immergrün, dazu das ganze Jahr vegetativ aufbauend, letztere verliert etwa Ende Januar mit einem Male die Blätter und wirft fast gleichzeitig die neuen Blatthaufen heraus. Von der immergrünen *Bischofia* schlüpfen sie im allgemeinen von März an.

Die Tabelle II und unten genannten bisher bei südchinesischen Ichneumoninen beobachteten äußersten Minima von 9 (*Trogus bicolor*) und 8 (*Facydes*) Tagen könnten auch durch Überfülle an Nahrung erzeugt sein, und es wäre zu erwägen, ob Beeinflussung des Entwicklungstempos von Parasiten auch durch die Quantität der Nahrung erfolgen kann. Über das bei parasitären Hymenopteren des Gebiets überhaupt beobachtete Entwicklungsminimum (5 Tage bei *Xanthopimpla*) habe ich keine persönliche Erfahrung (Verpuppungs- und Schlüpftag sind Angaben eines im allgemeinen sehr zuverlässigen chinesischen Sammlers).

Erläuterungen zu Tabelle III. Daß die Parasitenentwicklung schneller als die des Wirts verläuft, ist — auch z. B. durch die Beobachtungen über Brutparasitismus bei Vögeln — bekannt. Wie aus Spalte 8 der vorstehenden Vergleichsreihe hervorgeht, beträgt sie bei südchinesischen Ichneumoninen im allgemeinen 48—62 % von der des Wirts. Höhere Zahlen fanden sich bei Arten mit Neigung zum Überliegen und nicht nur die absolute, auch die relative Dauer der Parasitenentwicklung wächst bei der gleichen Species mit der Länge der Wirtsentwicklung — auch ein Hinweis, daß die Parasitenentwicklung vom Substrat beeinflußt werden kann. Die höchsten beobachteten relativen Zahlen sind 87,2 und 91,2 %.

Bei Parasiten- (Subfamilie) und Wirtsgruppe (Familie) beobachtete Maxima und Minima sind:

Parasit; min. max. = 8 (*Facydes*): 328 (*Amblyteles*) Tage = 1 : 41
Wirt; „ „ = 20,5 (*Gurelca*): 373 (*Th. pallicosta*) „ = 1 : 18,1

Bei Tieren der gleichen Art und Zeit beobachteten Grenzgrößen:

Parasit; *Protichneumon rufobalteatus*, min. max. = 14 : 304 = 1 : 21,7
„ *Protichneumon fumipennis*, „ „ = 13 : 307 = 1 : 23,6
Wirt; *Theretra pallicosta*, „ „ = 37 : 373 = 1 : 10,1

Die relative Schwankungsbreite des Parasiten ist also mehr als doppelt so groß wie die der Wirte. Die wenigen von verwandten Parasitengruppen gewonnenen Zahlen bestätigen den Schluß. So zeigt die Ophionine *Habronyx* Maxima von 334, die Pimpline *Xanthopimpla* Minima von 5, daneben Maxima von 251 (min.: max. = 1 : 50) Tagen. Vergleichszahlen zur Entwicklung europäischer Species sind mir leider nicht bekannt geworden. Ohne großen Zweifel kann angenommen werden, daß die Variationsmöglichkeit nach beiden Richtungen hin geringer ist.

Ergebnisse.

I. Geringe Artenzahl, Verbreitung im Gebiet und Biotopwahl erinnern an die Verhältnisse bei Tenthrediniden in der Provinz Kwantung und deuten — ebenso wie andere ökologische Erscheinungen — auf höhere Breiten oder Lagen als Optimum der Subfamilie hin.

II. Chemotaktisch scheinen südchinesische Ichneumoninen gut differenziert, und die 12 Arten, über die sich auf Grund umfangreicher Wirtszuchten ein Urteil abgeben ließ, sind monophag oder monophag im weiteren Sinne (d. h. sie befallen im Höchstfalle Vertreter zweier einander nächststehender Subfamilien der gleichen Wirtsfamilie).

III. Die durch sie erzeugte Vernichtungsziffer der Wirte ist im allgemeinen gering, kann aber unter besonderen Umständen die Wirtsexistenz bedrohen.

IV. Die Wirtsraupe wird in der Mehrzahl der Fälle kurz vor ihrer Verpuppungsreife befallen, seltener schon um die Zeit der ersten Häutung.

V. Die Wahl seines Biotops kann für den Wirt ein Auslesefaktor sein.

VI. Die Zahl der Generationen beträgt meist 4—5, selten unveränderlich 1.

VII. Beeinflussung des Entwicklungsrhythmus eines Parasiten durch seinen Wirt ließ sich in einer Anzahl Fälle wahrscheinlich machen oder nachweisen.

VIII. Das Entwicklungstempo des Parasiten ist schneller als das des Wirts, die Schwankungsbreite seiner Entwicklungsdauer bedeutend größer.

B. Zur Systematik der Gruppe.

Von G. Heinrich.

Die Züchtung großer Serien sonst selten erlangbarer Arten ist von hohem systematischen Interesse. Sie vermittelte einen Überblick über eine Variationsbreite, die erheblich ist. Zumal die Ausdehnung der weißen, gelben und gelblichweißen Zeichnungen, die bei den Ichneumoninen des tropischen Asien beinahe als „regionale Uniform" bezeichnet werden könnte, erweist sich als sehr variabel. Zahlreiche von Cameron, aber auch von späteren Autoren auf derartige Färbungsunterschiede begründete Spezies werden nach und nach als Synonyme erkannt werden.

Genus *Trogus* Panz. (nec auct.).

Syn. *Dinotomus* Först. und *Psilomastax* Tischb.

Über die Genotype cf. Viereck, Type species of the genera of Ichneumon flies. (Bull. U. S. N. Mus. 83, 1914.)

Trogus bicolor Rad.

Trogus bicolor Radoszkowski, Horae Soc. Ent. Ross. XXI, 1887, S. 434.

Abdomen und 3. Beinpaar mit Einschluß der Hüften, auch Fühler mit Ausnahme der Wurzeln schwarz; der Rest gelbrot. Flügel gelblich getrübt, beide am Rande breit schwärzlich. — Die Färbung der Art ist sehr charakteristisch. Uchida führt sie in seinem ersten Beitrag zur Ichneumonidenfauna Japans (J. Coll, Agric. Hokkaido 18, 1926) nicht an, doch ist vielleicht *formosanus* Mats. ein Synonym von ihr. — Wirt und Erscheinungszeiten s. Tabelle I, S. 372.

Trogus mactator Tosq.

Syn. *Psilomastax xuthi* Kriechb.

♀ 3. 4. 15 ex *Papilio xuthus*, Provinz Yünnan.

Bei dem vorliegenden Exemplar sind Kopf und Thorax ganz rot wie bei *Trogus bicolor* Rad., die Färbung von Abdomen und Beinen sind typisch.

Trogus pictus Kriechb.

Bei dem vorliegenden ♂ sind gelbweiß: Mund, Labrum, Gesicht und Clypeus mit Ausnahme eines Mittelstreifens, Wangen, innere und äußere Augenränder, Scheitelflecke, Collare, Pronotumwülste, Wülste unter den Flügeln, Flecke der Pro-, Meso- und Metapleuren, Mittelflecken des Mesonotums, Flecke der Basalleisten des Scutellums, der hintere Teil des Scutellum, Postscutellum, Vorder- und Mittelhüften zum Teil. — Das ♀ ist in gleicher Weise weiß gezeichnet, besitzt aber außerdem noch weiße Flecken der hintersten Hüften und einen weißen Fühlerring.

Die weite Verbreitung der Art ist auffällig. Sie wurde bereits von Morley für Formosa (Revis. Ichn. IV, S. 64) und von Uchida für Japan (Loc. cit.) festgestellt. — In Mitteleuropa gehört sie zu den seltensten Arten der *Ichneumoninae* und ist als monophager Parasit von *Apatura iris* bekannt. Über Wirt und Erscheinungszeiten in Südchina s. S. 372.

Trogus spec.

Siehe vorn Nr. 3 der Tabelle S. 372 (Mell).

Genus *Facydes* Cam.

Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 7, Vol. 7, 1901, S. 278.

Die Identität der vorliegenden Spezies mit der Genotype des Cameronschen Genus *Facydes* glaube ich aus deren Originalbeschreibung mit einiger Sicherheit entnehmen zu können. Das Genus *Facydes* Cam. entspricht etwa dem neotropischen Genus *Macrojoppa* Kriechb. Das Abdomen besitzt noch nicht die verkürzte „kofferförmige" Gestaltung mit starken höckerartigen Erhebungen, wie bei den Genera *Trogus* Panz. und *Cryptopyge* Kriechb. Das Abdomen ist gestreckt, ichneumoninenartig, gleichmäßig gewölbt, aber bereits von stark längsrissiger Skulptur und mit scharf abgesetzten Segmenten. Das Propodeum ist stark verkürzt und wie bei *Trogus* Panz. geformt. Das Scutellum kegelförmig, die Fühlergeißel des Weibchens verbreitert, diejenige des Männchens leicht knotig, besonders gegen das Ende. — Das Genus steht somit seiner Morphologie nach etwa zwischen den Genera um *Trogus* Panz. (Papilioschmarotzer) und *Callajoppa* Cam. (gleich *Trogus* auct., Sphingidenschmarotzer).

Facydes purpureomaculatus Cam.

Gelbrot; Segmente 4—7 schwarz, ebenso die Spitze der Tibien III, die Tarsen III, sowie die Fühlergeißel. Spitze der Vorderflügel von der Areola an dunkelgrau getrübt. Beim ♂ Gesicht fast ganz hellgelb, beim ♀ nur an den Seiten. — Wirt und Erscheinungszeiten s. Tabelle I, S. 372.

Genus *Callajoppa* Cam.

Entomologist, Vol. 36, 1903, S. 236.

Da gemäß Vierecks Genotypenfeststellung in dem Genus *Trogus* Panz. die Arten der Genera *Dinotomus* Först. und *Psilomastax* Tischb. unterzubringen sind, muß für das Genus *Trogus* auct. eine andere Bezeichnung eintreten. Diese finden wir im Genus *Callajoppa* Cam., dessen Genotype *Callajoppa bilineata* Cam. von Morley (Revis. Ichn. VI, S. 87) als Synonym von *Trogus lutorius* Panz. gedeutet wurde.

Callajoppa pepsoides Smith.

Trogus arrogans Smith; Typen von *pepsoides* und *arrogans* besichtigt.

Kopf, Mesonotum mit Einschluß des Scutellums und das Pronotum mehr oder weniger gelbrot; Rest des Thorax und Abdomen schwarz. Beine und Fühler gelbrot, Spitze der letzteren sowie die Mittelschenkel teilweise und die Hinterschenkel ganz schwarz, ebenso wie alle Hüften. Flügel leicht gelblich getrübt: 2 Exemplare, Flügel gelblich mit dunkelgrauer Verdunkelung an der Spitze: 4 Exemplare, Flügel einfarbig dunkel getrübt: 4 Exemplare.

Über Wirte und Erscheinungszeiten s. Tabelle I, S. 372.

Wie die europäischen *Callajoppa*-Spezies (*exaltatoria* Panz. bei *Sphinx ligustri*, *lutoria* F. bei den *Smerinthus*arten) schmarotzt also auch *arroguns* Smith bei *Sphingidae asemanophorae*.

Genus *Protichneumon* Thoms.

In dieses Genus sei *Amblyjoppa* Cam. und *Hadrojoppa* Cam. einbezogen. Das letztere Genus könnte vielleicht auf Grund der Beschaffenheit des etwa verbreiterten und punktierten, flachen Postpetiolus eine natürliche Gruppe bezeichnen, doch sind zu viele Übergänge vorhanden, als daß man *Hadrojoppa* Cam. von *Protichneumon* Thoms. generisch wirklich trennen könnte.

Protichneumon fumipennis (Cam.).

Protichneumon japonicus Kriechb., Type gesehen.

Diese, durch reiche gelbe Zeichnung ausgezeichnete große Art scheint weit über Südasien verbreitet zu sein. Sie gehört in die Nachbarschaft des europäischen *laminatorius* F. — also zur *Hadrojoppa*gruppe. Synonym ist vielleicht *Hadrojoppa annulitarsis* Cam., zum mindesten äußerst nahestehend sind die Species *horishana* Mats., *maculifemorata* Mats.

Die gelblichweiße Zeichnung ist sehr variabel. Sie stimmt bei beiden Geschlechtern etwa überein, nur ist beim Männchen Gesicht und Clypeus ganz hell, beim Weibchen nur an den Seiten, oder doch in der Mitte ausgedehnt schwarz gefleckt. Weißlichgelb sind demnach: Gesicht und Clypeus beim ♂ ganz, beim ♀ teilweise, innere und äußere Augenränder, Wangenflecken, Pronotumwülste, Wülste unter den Flügeln, Scutellum, Postscutellum, Tegulae, Flecken der Mesopleuren und des Propodeums, Trochanteren I—III, Hüften I und II größtenteils, ebenso Schenkel I und II, Schenkel III an der Wurzelhälfte außen, alle Schienen und Tarsen, die hintersten am Ende schwarz, Hinterrand des Postpetiolus und zwei große Makeln in den Hinterecken des zweiten Tergits. — Weißlichgelb sind außerdem: zwei Mittelflecke des Mesonotums bei 6 Exemplaren (♂♂ und ♀♀), gelbe Makeln auch auf dem 3. und 4. Tergit bei 1 Exemplar (♂), gelbe Flecken auch auf den Metapleuren bei 2 Exemplaren (♂♀).

Über Wirte und Erscheinungszeiten vgl. man Tabelle I, S. 372.

Bei dem ♂ ex *Macroglossum passalus* ist eine Reduktion der gelbweißen Zeichnung eingetreten: die Makeln des 2. Tergits sind sehr klein, die Schenkel III ganz schwarz. Ein Einfluß des Wirtes als ökologischen Faktors scheint hier vorzuliegen, und die Möglichkeit der Entstehung von „Wirtsrassen" — als erster Schritt zur Artbildung bei Parasiten — untersuchenswert.

Protichneumon rufobalteatus Cam. subspec. nov. sinensis.

Auch diese Art gehört in die *Hadrojoppa*-Gruppe. Die Type der Nominatform hat schwarze Schenkel III und breite klarweiße Basis der Tibien III, Färbungen, die bei keinem der vorliegenden Stücke vorkommen.

Postpetiolus breit, undeutlich gekielt, runzlig punktiert; Gastrocoelen tief, beinahe quer; Scutellum erhaben, ziemlich grob punktiert. Abdominalspitze beinahe amblypyg: das Hypopygium bedeckt den größeren Teil der Bohrerspalte. Fühlergeißel schlank, beim ♂ ziemlich kurz und ein wenig knotig, beim ♀ vor der Spitze nicht verbreitert.

Fühlergeißel bei allen 8 ♂♂ schwarz, bei 10 ♀♀ schwarz mit weißem Ring oder Andeutung eines solchen, bei 1 ♀ schwarz. Scutellum bei 6 ♂♂ schwarz, bei 2 ♂♂ ganz oder teilweise gelb, bei 11 ♀♀ ganz oder größtenteils gelb. Rot sind Segment 2

und 3, außerdem bei 9 von 19 Exemplaren das erste Segment ganz oder teilweise, bei einem Exemplar auch das 4. teilweise. Hinterschenkel rot mit schwarzer Spitze, bei der Nominatform schwarz mit gelber Teilung.

Weißlichgelb sind: Gesicht und Clypeus (beim ♀ nur an den Seiten mehr oder weniger ausgedehnt), Pronotumwülste ganz oder teilweise, Postscutellum ganz oder teilweise, Flecken der Mesopleuren und des Propodeums, Hüften I und II zum Teil, Flecken auf der Oberseite der Hüften III, Endmakeln des Postpetiolus, Trochanteren I—III, Außenseite der Schenkel und Schienen I und II und die Wurzel der Schienen III in größerer oder geringerer Ausdehnung (bei manchen Exemplaren fehlt die letztere Zeichnung ganz. Außerdem zwei Mittelflecken des Mesonotums bei 1 ♀ und die Metapleuren gelb gefleckt bei 1 ♂♀; Rest schwarz. Flügel schwärzlich getrübt, bei den meisten Exemplaren von der Wurzel bis zum Basalnerv aufgehellt.

Über Wirte und Erscheinungszeiten vgl. man Tabelle I, S. 372.

Protichneumon spec.

2 Tiere e. p. 9 und 13, IV., Dw. (cf. Tabelle I; Mell).

Protichneumon spec.

1 ♂, 4 ♀, ♀, e. p. VI.—VII. Lof. (cf. Tabelle I; Mell).

„Protichneumon" disparis Poda.

Die Species nimmt eine Sonderstellung ein. Sie paßt morphologisch in keines der bestehenden Genera.

Alle drei Exemplare sind ausgezeichnet durch die schwarze Färbung von Tergit IV—VII. Vielleicht ist *I. melanurus* Kriechb. Synonym von *disparis* Poda resp. Subspezies von ihr.

Die Art ist in Europa typischer Parasit von *Ocneria dispar* und *Lymantria monacha* und wurde auch in Kwangtung aus 2 *Lymantria* spec. gezogen.

Genus *Enschisiades* Cam.

Trans. Ent. Soc. Lond., 1903, S. 220.

Das Genus ist durch die einzähnigen zugespitzten Mandibeln und das abgerundete, *Coelichneumon* gleiche Propodeum sowie das schmale lange Abdomen gut gekennzeichnet.

Enschisiades rufipes Cam.

♂ 26. 5. Gao fung; bisher nur das genotypische ♀ bekannt.

Weißlichgelb sind: Gesicht und Clypeus, alle Augenränder, Pronotumwülste, Wülste unter den Flügeln, kurze Mittelstriemen des Mesonotums, Seiten- und Hinterrand des Scutellum, Hinterrand des Postscutellum, Collare und Unterrand des Pronotums, unteres Drittel der Mesopleuren, die hintere Naht der Mesopleuren, Flecken des Propodeum, Hüften und Trochanteren I und II, Flecke der Hüften III, Hinterrand von Tergit 1—3, Unterseite des Schaftes. Beine im übrigen rötlichgelb; der Rest schwarz. Fühler leicht knotig mit weißem Ring.

Genus *Geodartia* Boie.

Nat. Tidskrift, Vol. 3, 1841, S. 318.

Syn. *Automalus* Wesm.

***Goedartia cyanea* (Cam.)** („*Chlorojoppa cyanea*" Cam.)

Im Berl. Mus. befindet sich ein von Morley als *Chlorojoppa cyanea* Cam determiniertes Exemplar, das mit dem vorliegenden identisch ist. Die Spezies weicht von *Automalus alboguttatus* Wesm. morphologisch nicht im geringsten ab, und ist wohl ein koloristisch allerdings erheblich verschiedener geographischer Vertreter von ihr.

♀, 8. 12. ex *Oceneria* spec., Dr. Gelblichweiß sind: Mandibeln, Clypeus, Gesichtsseiten, Stirnränder, Wangen, Pronotumwülste, Wülste unter den Flügeln, zwei Flecke des Mesonotum, Scutellum, Postscutellum, Flecke der Pro- und Mesopleuren, Flecke um die Luftlöcher des Propodeum und auf dessen abschüssigem Raum, Hüften und Trochanteren I und II, Flecke der Hüften III, Flecke in den Hinterecken des Postpetiolus und eine Längsmakel auf Tergit 7. Beine gelbrot; Fühler mit weißem Ring. Der Rest schwarz, Abdomen schön blau schimmernd.

Genus *Melanichneumon* Thoms.

***Melanichneumon spectabilis* Holmgr.**

♀, Provinz Kuang-tung.

Die weite Verbreitung der Art ist bemerkenswert und bisher unbekannt.

Das vorliegende Exemplar ist reicher weiß gezeichnet als mitteleuropäische Stücke: auch Tergit 4 in den Endwinkeln und Tergit 5 in der Mitte des Endrandes mit schmaler weißer Zeichnung. Flecken auf den Mesopleuren und dem Propodeum, sowie der Hüften II und III und die Stirnränder breit weiß.

Genus *Stenichneumon* Thoms.

***Stenichneumon perspicuus* Wesm.** (Syn. *J. cupito* Kriechb.)

Die Art paßt nicht in das Thomsonsche Genus, in welches sie der tiefen, queren Gastrocoelen wegen gestellt wird und kann überhaupt in keinem der europäischen Genera untergebracht werden, vielleicht aber in einer der Cameronschen asiatischen Gattungen, doch steht deren Klarstellung noch aus. Sie ist aus den südeuropäischen Gebirgen bekannt und weit verbreitet, fehlt aber anscheinend im Norden. ♀ 23. 4. Gao fung. Das Exemplar hat einen weißen Fleck vor und unter den Flügeln.

Genus *Amblyteles* Wesm.

***Amblyteles Panzeri* Wesm.**

1 typisches ♀, 14. 4. von Canton.

***Amblyteles* spec.**

7 Tiere e. p. 8.—22. III. 1914, Nordkwangtung (M); Biologie s. Tabellen I und II (Mell).

Genus *Aconthojoppa* Cam.

Ent. 1902, vol. 35, S. 109/10.

Die in diesem Genus zusammengefaßten Species der orientalischen Region entsprechen etwa den europäischen und afrikanischen *Hoplismenus*-Arten. Sie sind von diesen unterschieden durch verbreiterte Wangen und Schläfen und durch die Beschaffenheit des Scutellums, das stark über das Propodeum erhaben, bei den meisten Arten mehr oder weniger gerandet und am Ende in der Mitte mehr oder weniger vertieft ist. Die Gastrocoelen sind flach, nicht quer, die Thyridien verlängert. — *Togea* Uch. ist generisch schwerlich zu trennen. *Druscia* Cam. aus Borneo bezeichnet eine weiter spezialisierte Form desselben Genus, bei der die Tendenz der Scutellarbildung von *Acanthojoppa* fortentwickelt ist. Das in der Mitte noch mehr vertiefte Scutellum läuft hier in zwei seitliche Endspitzen aus. *Xanthojoppa* Cam. bezeichnet eine nahe verwandte Gruppe mit fehlender Felderung des Propodeum.

Acanthojoppa flavidorbitalis Cam.

♀, 28. V., Tsha yün shan.

Die Gattung scheint eine Reihe sehr ähnlicher, einfarbig gelbroter Arten mit geringfügigen skulpturellen Unterschieden zu enthalten. Ihre endgültige Sichtung und Klärung steht noch aus. Die vorliegende Art ist gekennzeichnet durch den dicht punktierten Postpetiolns und das am Ende in der Mitte ziemlich stark vertiefte Scutellum. Area superomedia nach Morley so lang wie breit, bei dem chinesischen Stück länger als breit, das Merkmal also schwerlich konstant.

Acanthojoppa indica Cam.

20. V.—12. IX., Norden der Provinz; Postpetiolus glatt und glänzend, sonst von der vorhergehenden kaum verschieden; bei den chinesischen Stücken die area superomedia etwa so breit wie lang.

Genus *Ctenocharidea* Cush.

Philippine Journ. of Science, 1922, vol. 20, Nr. 5, S. 549.

Der Genus ist in der Originalbeschreibung durch eine Reihe so markanter Merkmale gekennzeichnet, daß die Zugehörigkeit des chinesischen Stückes außer Zweifel steht: der Kopf ist breit, fast kubisch, der Clypeus am Ende breit zugerundet, kaum vom Gesicht getrennt. Die Mandibeln sind breit und kurz mit beinahe gleichen Endzähnen. Das Scutellum ist über das Propodeum erhaben, oben abgeflacht, rings gerandet. Die Klauen sind lang und dicht gekämmt. Wegen der Beschaffenheit des Gesichtes und der Mandibeln dürfte das Genus zu den *Listrodromini* zu stellen sein, in welcher Gruppe man jedoch keineswegs alle Genera mit gekämmten Klauen vereinigen kann, obwohl einige hierhergehörige Gattungen solche besitzen. So gehören *Charitojoppa* Cam., *Paramidellus* Scépl., *Neotypus* Först., *Listrodromus* Wesm., *Anisobas* Wesm. u. a. in eine natürliche Gruppe, mit der jedoch *Joppites* Berth., *Patroclus* Gress. und andere Gattungen mit gekämmten Klauen nichts zu tun haben.

Ctenocharidea melli spec. nov.

♀ 14. 8. „ex Lymantriide" Lin ping. Die Art ist von *luzonensis* Cush. durch folgende Merkmale ausgezeichnet: Gesicht unterhalb der Fühler mit einem scharfen Mittelkiel, ebenso die Stirn unterhalb der Ocellen. Felderung des Propodeum scharf und deutlich, bei *luzonensis* Cush. nur in der Wurzelhälfte vorhanden. In allen übrigen morphologischen Merkmalen stimmen beide Arten überein. Gelbrot, schwarzbraun sind: Wurzelbinden auf Tergit 2—6, Wurzel des Postpetiolus, Wurzel des Propodeum, größter Teil der Metapleuren, Speculum der Mesopleuren, Spitzen der Mandibeln, Raum der Ocellen und Fühler etwa vom Beginn der Verbreiterung an.

Die Kollektion enthält außerdem folgende Stücke vom Norden der Provinz Kwangtung, deren spezifische Datermination mir nicht mit Sicherheit möglich war:

1 *Coelichneumon* Thoms. spec. ♀, 3. 5.
1 *Barichneumon* Thoms. spec. ♀, 15. 4.
2 *Ichneumon* L. spec, ♂♂, 20. 5. und 9. 5.
1 *Aglaojoppa* Cam. spec. ♀, prope *nigrocoerulea* Cam. 14. 5.
1 *Charitojoppa* Cam. spec. ♂, wahrscheinlich *coerulea* Cam. 21. 5.

Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Entwicklung der Mückenlarven.

Von

Dr. **W. Buchmann.**

Mitarbeiter an der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem.

(Aus der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene [Präsident Geheimrat Professor Dr. Beninde]; Zoologische Abteilung [Direktor Professor Dr. J. Wilhelmi]).

Seit einer Reihe von Jahren hat sich die Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem, eingehend mit der Faunistik und Ökologie der Stechmücken Deutschlands befaßt und zwar mit dem ausgesprochenen Zwecke, die nötigen Unterlagen für sachgemäße Beratung der Kommunen bei der Bekämpfung der Stechmückenplage zu gewinnen. Dabei bedurfte es auch noch im erheblichen Maße systematisch-morphologischer Untersuchungen, insbesondere über die zum Teil unzulänglich bekannte Brut mancher Arten; von der Nennung der einschlägigen Veröffentlichungen von Peus kann hier abgesehen werden. Im Sommer 1928 konnte der bisher in Deutschland erst an sehr wenigen Fundorten von Martini festgestellte *Taeniorhynchus richiardii* auf Usedom in großen Mengen und als vorwiegende Stechmückenart nachgewiesen werden. Dann folgte der Nachweis dieser Art in zahlreichen Gegenden Deutschlands (Peus 1928, 1929) und es zeigte sich, daß diese stechlustige und auch in Wohnungen eindringende Art je nach den örtlichen Verhältnissen einen beträchtlichen Anteil an der Stechmückenplage ausmacht oder ausmachen kann. Mit Rücksicht auf den — infolge der von der Norm abweichenden Larvenbiologie dieser Art — bestehenden Mangel der Bekämpfungsmöglichkeit regte Professor Wilhelmi, als Direktor der Zoologischen Abteilung der genannten Anstalt, an, analog der von ihm bei Muscidenbrut festgestellten abtötenden oder entwicklungshemmenden Wirkung des mehr oder weniger stark alkalisierten Nährmediums, durch Alkalisierung kleiner Brutgewässer eine Bekämpfungsmöglichkeit zu schaffen. Ferner sollte geprüft werden, welche Rolle die Reaktion des Wassers überhaupt bei dem

Vorkommen dieser und anderer Arten spielt und ob es möglich ist, die Eier von Aëdinen durch Behandlung der Ablegestellen mit Ätzkalk zu vernichten. Da es leider bisher noch nicht gelang, Taeniorhynchus-Brut für Versuchszwecke zu sammeln, bezw. zu züchten, wurden zunächst einleitende experimentelle Untersuchungen über das Verhalten anderer Stechmückenbrut zu Wasser von verschiedenem pH-Wert angestellt, worüber ich hier berichten möchte. Ich schicke jedoch einige generelle Ausführungen und eine Besprechung der einschlägigen Literatur voraus.

Hydrobiologische Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen führten zu der Schlußfolgerung, daß der pH-Standard eines Wasserbeckens ein wichtiger ökologischer Faktor ist, der gewissermaßen die quantitativen Verhältnisse zwischen den die Biocönosen bildenden Organismen bestimmt. Schwach alkalisches resp. neutrales Wasser sind für die Organismen günstig, saures Wasser dagegen biologisch ungünstig. Wir wissen aber bisher nur von sehr wenigen wasserbewohnenden Tieren und Pflanzen genauer, in welcher Weise ihr Leben von der aktuellen Reaktion des Wassers abhängig ist. Die Tatsache, daß die Larven vieler Mückenarten der Konzentration der H-Ionen gegenüber sich ganz verschieden verhalten, indem es eury- und stenoione, unter letzteren wieder acidophile und alkalinophile Arten gibt, weist auf die Möglichkeit hin, daß die Wasserstoffionenkonzentration einen gewissen Einfluß auf die Entwicklung dieser Arten haben muß. Dabei darf man aber nicht außer acht lassen, daß die Entwicklung der Mückenlarven nicht nur von einem Faktor, sondern von einer Summe verschiedener Faktoren abhängig ist und daß sie in erster Linie auf der verwickelten Beziehung chemischer und biologischer Umweltsbedingungen beruht. Wesentlich ist dabei die chemische Zusammensetzung des Wassers, da sie neben der zersetzenden und umbildenden Tätigkeit gewisser Mikroorganismen die Beschaffenheit der Nahrung für die Mückenlarven weitgehend beeinflußt. Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration macht sich nun insofern bemerkbar, als eine Veränderung des pH-Wertes auf die Entwicklung der Mückenlarven einen gewissen Einfluß auszuüben vermag. Es würde also die Wasserstoffionenkonzentration eines Gewässers, das Mückenlarven enthält, einen Anhaltspunkt dafür geben, ob die Wechselwirkung der chemischen und biologischen Faktoren so beschaffen ist, daß sie gerade für die Entwicklung der in dem betreffenden Wasser lebenden Mückenlarven günstig ist. Wesentlich für die Reaktion des Wassers ist die Kohlensäure und zwar in Wechselwirkung mit den in dem Wasser gelösten Salzen. Von diesen überwiegen in den süßen Gewässern die Karbonate. Daneben kommen Chloride, Sulfate, Nitrate der Alkalien und Erdalkalien vor.

Im folgenden gebe ich nun kurz eine Übersicht über die Beobachtungen und Experimente, die andere Autoren über den Zusammenhang zwischen dem pH-Gehalt eines Gewässers und der An- oder Abwesenheit gewisser Mückenlarven veröffentlicht haben. Barber und Komp fanden

1922 drei bestimmte Anophelesarten (*An. punctipennis. An. quadrimaculatus* und *An. crucians*) in einem Wasser, dessen pH-Wert zwischen 5 und 8 schwankte. Sie schlossen aus dieser Tatsache, daß für diese drei Arten die Wasserstoffionenkonzentration keine große Bedeutung haben könne. Williamson (1924) zeigte, daß das Vorkommen einer besonderen Mückenart von dem pH-Wert des Wassers abhängt. Er beobachtete in Reisanpflanzungen ein nahezu völliges Fehlen von Anophelesbrutstätten in Gewässern, wenn sie einen pH-Wert von 6 oder darunter hatten. Saure- und Torfböden beeinträchtigen die Entwicklung der Anophelen, nur die Arten *An. barbirostris* und *An. hyrcanus* waren vorhanden. Morishita behauptete 1925, daß die Wasserstoffionenkonzentration der Brutplätze von *Culex fatigans* zwischen 6,5 und 7,6 liegt. Die Eier schlüpften normal aus bei pH-Werten zwischen 2 und 9,8. Das Ausschlüpfen der Eier wird also durch die Wasserstoffionenkonzentration nicht beeinflußt. In dem stark sauren Wasser (pH 2 bis 3) starben die jungen Larven bald ab. Bei einem ph-Wert von 5,7 bis 7,6 war die Entwicklung der frisch geschlüpften Larven normal. Verfasser schließt, daß auf die Entwicklung der Larven von *Culex fatigans* die Wasserstoffionenkonzentration keinen Einfluß ausübt. Harold (1926) gibt viele Einzelheiten an über die Wasserstoffionenkonzentrationen von Gewässern, in denen er die verschiedensten Mückenlarven fand. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Wasserstoffionenkonzentration von geringer Bedeutung für die Entwicklung der Mückenlarven ist, das der ausschlaggebende Faktor vielmehr die Nahrung ist. Zu dem gleichen Resultat kommen Beklemishev und Metrofanova (1926). Sie fanden, daß die optimalen Bedingungen für die Entwicklung der Larven von *An. maculipennis* Übersättigung mit Sauerstoff, neutrales oder schwach alkalisches Wasser (pH-Wert 7,1 bis 7,95) und eine reiche Vegetation und Fauna sind. Also auch hier scheint der direkte Faktor, der die Entwicklung der Larven beeinflußt, die Nahrung zu sein. Dabei soll die Nahrung häufig beeinflußt werden durch einen Mangel an gelöstem Sauerstoff oder durch eine saure Reaktion des Wassers. Nikitinshii (1926) beobachtete, daß *An. maculipennis* in Torftümpeln vorkommt, dessen Wasser einen pH-Wert von 5,64 hatte und daß ihre Anzahl mit der Zunahme des pH-Wertes ebenfalls größer wurde. Er glaubte aus dieser Beobachtung schließen zu dürfen, daß die physiko-chemischen Faktoren, damit also auch der pH-Wert, keinen direkten Einfluß auf die Entwicklung der Larven ausüben kann, sondern erst indirekt durch die Beeinflussung des Phytoplanktons. Die von Buxton und Hopkins, Hamlyn-Harris und Scharff 1927 beobachteten Tatsachen und angestellten Versuche führten auch diese Autoren zu der Auffassung, daß der pH-Wert die Entwicklung der Mückenlarven nicht direkt beeinflussen kann, sondern das vielmehr die ausschlaggebenden Faktoren in einer Veränderung der für die Mückenlarven notwendigen Nahrungsstoffe gesucht werden müssen. Russel fand 1927 in Macedonien, daß gewöhnliche Anopheleslarven Gewässer

von einem pH-Wert von 8,1 bis 9,5 vorzogen, während Culicinen den pH-Werten gegenüber weit weniger empfindlich waren. Sie kamen in Gewässern mit den pH-Werten 6,5 bis 10 vor. Es genügte also nach Meinung des Autors oft das Feststellen des pH-Wertes eines Gewässers, um auf die An- bezw. Abwesenheit gewisser Anopheleslarven Schlüsse zu ziehen. Williamson gibt 1928 weiter an, daß die Beziehung zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und den Larven gewisser malayischer Anophelen sich durch verschiedene Wassertypen kennzeichnen läßt. Allerdings gibt auch er zu, daß die ersten Faktoren, die die Entwicklung der Larven beeinflussen, Mikroorganismen sind, sei es, daß sie als Nahrung dienen, sei es, daß sie Giftstoffe produzieren. Hamlyn-Harris stellte 1928 weiter für *Culex fatigans* fest, daß das Wasser der Brutplätze in den pH-Werten zwischen 7,4 und 8,6 schwankt. Wurde der pH-Wert experimentell durch Säurezusatz auf 5 verändert, so trat bald der Tod der Larven ein. Mark fand 1929, daß Larven von *Anopheles quadrimaculatus* und *punctipennis* nur selten in Gewässern gefunden wurden, deren Säuregehalt größer als 6,1 war, niemals aber in Gewässern mit einem pH-Wert unterhalb 5,1. *An. crucians* wurde von ihm niemals in Wasser gefunden, dessen Alkalität größer als 8 war. Neben der Wasserstoffionenkonzentration hält er Kohlensäure und Sauerstoff gleichfalls für wichtige Faktoren in bezug auf die Larvenentwicklung. Birjukoff (1928), der über die Frage des Zusammenhanges zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und der Verteilung von Mückenlarven in den Gewässern der Umgebung Charkovs gearbeitet hat, fand *Culex*-, *Aëdes*- und *Anopheles*-Larven bei einem pH-Wert von 7,2 bis 7,6. Bei geringeren (sauren) und höheren (alkalischen) Werten wurden keine Larven beobachtet. Neuerdings berichteten die Russen Adowa und Sebenzow (1929) über die Ergebnisse einer dreijährigen Tätigkeit zur Erforschung der Ökologie der Anopheleslarven an den Torfgewinnungsstellen. Die Beobachtungen zeigten, daß die Verteilung der Anopheleslarven und ihre Entwicklung von der chemischen Zusammensetzung des Wassers, nicht aber von der An- oder Abwesenheit dieser oder jener Arten des Zoo- bezw. Phytoplanktons abhängig ist. Ein niedriger pH-Wert, hohe Oxydierbarkeit und ein geringer Calciumgehalt kennzeichnen ein Gewässer meistens als Malaria-harmlos. Ein pH-Wert größer als 5, geringe Oxydierbarkeit und ein hoher Calciumgehalt wirken günstig auf Anophelenbrut ein. Experimentelle Untersuchungen an künstlichen Wasserbecken mit Lösungen verschiedener Anionen und Kationen im destillierten Wasser erwiesen die dominierende Rolle der Wasserstoffionenkonzentration derart, daß sogar schon der Instinkt der Weibchen bei der Eiablage beeinflußt wird, d. h. Gewässer mit niedrigem pH-Gehalt werden gemieden. Bei Freilandversuchen verschwanden die Larven nach künstlicher Veränderung des pH-Werts durch Zusatz von Schwefelsäure. Mac Gregor, der bereits 1921 gefunden hatte, daß zwei britische Anophelen, *An. maculipennis* und *An. bifurcatus*, an neutrales oder

schwach alkalisches Wasser gebunden sind, während eine dritte Art, *An. plumbeus*, als Baumhöhlenbrüter wiederum nur im dauernd sauren Wasser der Baumhöhlen sich entwickeln kann, veröffentlichte 1929 eine umfangreiche Untersuchung über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Entwicklung der Mückenlarven. In dieser Arbeit war es ihm darum zu tun, die tatsächliche Bedeutung der pH-Werte an den Mückenbrutplätzen festzustellen und durch Laboratoriums- und Freilandversuche den Einfluß der H-Ionenkonzentration auf Mückenlarven nachzuweisen. Er konnte in zahlreichen Versuchen zeigen, daß der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Entwicklung der Mückenlarven von unbestreitbarer Wichtigkeit ist und daß ihre Bedeutung in der Tatsache liegt, daß der pH-Wert unter natürlichen Bedingungen die günstige bezw. ungünstige Verbindung chemischer und biologischer Faktoren an Mückenbrutplätzen anzeigt, von denen dann wieder eine erfolgreiche bezw. geringe Entwicklung der Larven abhängt. Andererseits wies er nach, daß die Larven der Mücke *Aëdes argenteus* bei steriler Aufzucht nicht von dem pH-Gehalt des Wassers in ihrer Entwicklung beeinflußt werden, während unter natürlichen Bedingungen eine Verschiebung des pH-Werts die Entwicklung der Larven im entsprechenden Sinne beeinflußte. Er schließt daraus, daß die saure bezw. alkalische Reaktion des Wassers keinen direkten Einfluß auf die Larvenentwicklung auszuüben vermag, daß vielmehr erst die Abänderung der biologischen Faktoren durch den veränderten pH-Wert einen ungünstigen Einfluß auf das Wachstum der Larven hat. Wenn der Verfasser den pH-Wert zwar nicht als sicheres Argument für die Entwicklung der Mückenlarven betrachtet, so ist er doch der Ansicht, daß die Wasserstoffionenkonzentration immerhin einen bemerkenswerten Faktor in bezug darauf bildet, ob eine für die Entwicklung von Mückenlarven günstige Kombination chemischer und biologischer Faktoren in einem Gewässer vorhanden ist.

Die Ergebnisse der vorstehend besprochenen Literatur können kurz gefaßt dahin ermittelt werden, daß die Wasserstoffionenkonzentration auf viele Mückenarten einen nur geringen oder gar keinen direkten Einfluß hat. Andererseits konnte festgestellt werden, daß die Wasserstoffionenkonzentration auf die Brut bestimmter Mückenarten einen dominierenden Einfluß ausübte. Für solche Arten gelang auch die Auffindung von kritischen pH-Werten, deren Abänderung sofort schädigend auf die Larven einwirkte. Wenn nun tatsächlich die Stenoionie, d. h. die Begrenzung auf engere Reaktionsintervalle, mancher Arten sehr eng ist, so konnte bereits die praktische Nutzung dieser Befunde in Erwägung gezogen werden, wie dies z. B. Adowa für die Bekämpfung von Anopheleslarven durch künstliche Veränderung der aktuellen Reaktion der Torfgewässer durch Schwefelsäurezusatz versucht hat.

Für meine Untersuchungen standen mir, außer den Larven einiger weniger Aëdinenarten (*Aëdes sticticus, vexans und caspius*), nur Larven

von *Culex pipiens* in größerer Menge zur Verfügung. Die angestellten Versuche gehen vorläufig nicht näher ein über die mögliche Beeinflussung der verschiedenen physiologischen Funktionen der Mückenlarven, wie Atmung, Ernährung, Entwicklung und sogar Verschiebung von morphologischen Merkmalen, worauf Martini in einer längeren Arbeit hingewiesen hat, durch den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration, sondern haben lediglich den Zweck festzustellen, ob es möglich ist, eine Bekämpfung der Mückenlarven durch Veränderung der pH-Werte des Wassers herbeizuführen. Die anderen Fragen sollen später in weiteren Versuchen berücksichtigt werden.

Zu den Versuchen wurde Wasser aus den Freilandaquarien der Landesanstalt, Leitungswasser und destilliertes Wasser, genommen. Wassermenge, Anzahl der Larven und Gefäße blieben sich immer gleich. Desgleichen habe ich darauf geachtet, daß auch Umweltsfaktoren, wie Temperatur, Lichteinfall usw. nicht verändert wurden. Zur Fütterung der Larven erwies sich feinkörniges Piscidin, das vorher durch Abkochen möglichst keimfrei gemacht wurde, am zweckmäßigsten. Zur künstlichen Abänderung der pH-Werte wurden nur Mineralsäuren, wie Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, sowie Kalilauge benutzt. Die Bestimmung der pH-Werte erfolgte durch Anwendung von Universalindikatoren (Universalindikator Merck, B. D. H. Indikator). Diese Indikatoren sind Gemische mehrerer Indikatorfarbstoffe, die so gewählt sind, daß bei jeder Wasserstoffionenkonzentration eine bestimmte Farbe vorherrscht. Die Genauigkeit der Bestimmung der pH-Werte ist bei diesen Indikatoren kaum größer als pH = 0,5—1. Sie genügte aber vollkommen für meine Versuche. Für feinere Messungen bei Feststellung von Grenzwerten wurde die pH-Messung nach Michaelis vorgenommen. Dieses Verfahren beruht prinzipiell darauf, daß bei einfarbigen Indikatoren der Dissoziationsgrad und damit der Farbgrad des Indikators von der Wasserstoffionenkonzentration der Lösung abhängt; es wird nicht die Farbe, sondern die Tiefe der Färbung abgeändert. Der kleinste Intervall, der noch immer einen erkennbaren Farbunterschied zeigte, dürfte hier etwa bei pH 0,2 liegen.

Versuche mit Larven von Culex pipiens.

Die Larven wurden aus eingesammelten Eierschiffchen aufgezogen, so daß zu den Versuchen immer gleichaltrige Larvenstadien genommen werden konnten.

Versuchsreihe A.

Ansäuerung des Wassers durch Salzsäure-, Alkalisierung durch Kalilaugezusatz. Es werden drei Versuchsreihen mit Freilandwasser (pH 7, 9), Leitungswasser (pH 7, 5) und destilliertem Wasser (pH 6,4) angesetzt. In jedes Gefäß kommen 100 Larven gleichen Stadiums (III. Häutungsstadium). Die gemessenen pH-Werte nach Zusatz der Säuren bezw. Lauge waren:

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 9,5, 10 (B. D. H. Indikator). Die Versuchsdauer erstreckte sich über acht Tage. Täglich wurden die Larven kontrolliert und die toten Larven ausgezählt. Ebenfalls mußten täglich die pH-Werte kontrolliert werden, da einmal der Säuregehalt des Wassers langsam verschwinden konnte und oft in Alkalität umschlug, andererseits eine hohe Alkalität leicht abnahm. Diese Veränderungen der pH-Werte kann mehrere Ursachen haben. Einmal im gewissen Maße die Kohlensäure der Luft, dann vielleicht die durch die respiratorische Tätigkeit der Larven hervorgerufenen Änderungen im Kohlensäuregehalt des Wassers und die Qualität und Quantität zersetzlicher autochthoner Stoffe, wie Kotabscheidung der Larven, Futterreste und dergleichen. Die durch diese Faktoren veränderten pH-Werte wurden durch entsprechenden Säure- bezw. Alkalizusatz wieder auf ihre ursprüngliche Höhe gebracht. Die Versuche ergaben in allen drei Versuchsreihen, daß bei einem pH Wert von 2 und 10,0 alle Larven bereits nach 24 Stunden tot waren. Eine Wasserstoffionenkonzentration von pH 3 und 9,0—10,0 rief erst nach 2 bis 3 Tagen eine restlose Abtötung der Larven hervor. Noch später nach 3 bis 4 Tagen waren die Larven bei einer Wasserstoffionenkonzentration von pH 4—4,5 und teilweise von pH 8,5—9,0 tot. In allen übrigen Versuchsgläsern, in denen die pH-Werte des Wassers zwischen 5 und 8,5 schwankten, ergab sich keine wesentliche Abtötung oder Entwicklungshemmung der *Culex*-Larven. Abgesehen natürlich von den wenigen Larven, die während der Versuchsdauer an irgendeinem Faktor zugrunde gingen. In destilliertem Wasser trat die abtötende Wirkung der Larven bei den stark sauren pH-Werten und den stark alkalischen Werten im allgemeinen etwas früher ein. Hier müssen neben der Azidität bezw. Alkalinität noch andere Faktoren auf die Larven einwirken, denn bei den gleichen pH-Werten muß natürlich auch der Säuregehalt bezw. Alkalinitätsgrad sowohl im destillierten Wasser als auch in den anderen benutzten Wässern völlig gleich sein. Möglicherweise ist es der Mangel an Salzen oder die fehlende Pufferwirkung, die die Larven schneller zum Absterben bringt. Vielleicht sind es auch Spuren von Kupferverbindungen, die durch das Destillieren des Wassers in der Kupferblase mit in das destillierte Wasser gekommen sind und durch ihre vergiftenden Eigenschaften den Tod der bereits geschwächten Larven beschleunigten.

Versuchsreihe B.

Die pH-Werte werden durch Zusatz von Schwefelsäure und Kalilauge verändert. Drei Versuchsreihen mit Freilandwasser, Leitungswasser und destilliertem Wasser. Folgende pH-Werte wurden gemessen: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 9,5, 10 (B. D. H. Indikator). Jedes Gefäß enthielt wiederum 100 Larven im dritten Stadium. Die Ergebnisse waren denen der Versuchsreihe A gleich. In dem stark sauren Wasser (pH 2) und in dem stark alkalischen Wasser (pH 10,0) waren alle 100 Larven nach 24 Stunden

tot. Bei den pH-Werten 3 und 9,0—10 erfolgte restlose Abtötung nach 2 bis 3 Tagen. Bei den Werten pH 4 und pH 8,5—9,0 erst nach 3 bis 4 Tagen. Bei pH 8,5 wiederum auch nur teilweise, etwa 80%. Alle übrigen Versuchsgläser hatten vollkommen normale Entwicklung der in ihnen enthaltenen Larven.

Versuchsreihe C.

Ansäuerung des Wassers durch Salpetersäure- und Alkalisierung durch Kalilaugezusatz. Abgesehen von den pH-Werten 2, 3, 9,0 9,5 10,0, bei denen sich dieselbe abtötende Wirkung auf die *Culex*-Larven innerhalb derselben Zeit bemerkbar machte, wie in den ersten beiden Versuchsreihen A und B, fand sich hier insofern eine kleine Verschiebung der Ergebnisse, als noch bei einem pH-Wert von 5 nach 4 bis 5 Tagen eine restlose Abtötung der Larven erfolgte.

Um nun die kritischen pH-Werte, besonders der sauren Wässer, für die *Culex*-Larven noch genauer zu ermitteln, wurden weitere Versuchsreihen mit den pH-Werten 2,8, 3,0, 3,2, 3,4, 3,6, 3,8, 4,0, 4,2, 4,4, 4,6, 4,8 und 5,0 durchgeführt. Anzahl und Alter der Larven, sowie verwendetes Wasser und sonstige Umweltsbedingungen waren dieselben, wie in den Versuchsreihen A bis C. Ansäuerung der Wässer erfolgte durch Salzsäure-, Schwefelsäure- und Salpetersäurezusatz. Die Bestimmung der pH-Werte erfolgte nach Michaelis. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten, daß der kritische pH-Wert nach der sauren Seite hin für *Culex*-Larven zwischen 4,2 und 4,4 lag. Analog den Ergebnissen der Versuchsreihe C zeigte sich in derjenigen Versuchsreihe, in der das Wasser mit Salpetersäure angesäuert war, eine geringe Verschiebung des kritischen pH-Wertes nach pH 4,8 bis 5,0. Es muß also das salpetersaure Wasser eine stärker abtötende Wirkung ausüben als die übrigen sauren Wässer, die zur Anwendung kamen.

Versuche mit Culex-Puppen.

Um festzustellen, ob die Wasserstoffionenkonzentration eines Wassers auch auf die *Culex*-Puppen einen vergiftenden Einfluß auszuüben vermag, wurden dieselben Versuchsreihen, wie ich sie für die *Culex*-Larven angewandt hatte, auch für *Culex*-Puppen angesetzt. Die Ergebnisse dieser Versuche lassen erkennen, daß weder stark saure noch stark alkalische Wässer irgend einen schädigenden Einfluß auf die *Culex*-Puppen auszuüben vermögen, denn sowohl bei den pH-Werten 2, 3, 4, und 5 und andererseits 8,5, 9,0, 9,5, 10, bei denen sonst eine restlose bezw. teilweise Abtötung der Larven erfolgte, gingen die *Culex*-Puppen nicht ein. Das Ausschlüpfen der Imagines erfolgte ebenfalls bei allen pH-Werten vollkommen normal.

Versuche mit Culex-Eiern.

Die gleiche Unempfindlichkeit gegen niedrige und hohe pH-Werte zeigten auch die Eierschiffchen der *Culex*-Mücken. Die Eier kommen, wie auch bereits Morishita (1929) für *Culex fatigans* festgestellt hatte, vollkommen normal zum Ausschlüpfen. Sofort nach dem Schlüpfen der ungen Larven machte sich aber die schon oben festgestellte abtötende Wirkung bei den stark sauren und stark alkalischen pH-Werten auf die jungen Larven bemerkbar. Die Larven gingen bei den pH-Werten 2, 3, 4, 9, 9,5, 10,0 nach kurzer Zeit (1 bis 4 Tage) restlos zugrunde, bei den pH-Werten 4,5, 5 und 8,5 nur teilweise. Das Ausschlüpfen der Eier wird also durch die Wasserstoffionenkonzentration eines Gewässers nicht beeinflußt.

Nach den Beobachtungen der Russen Adowa und Sebenzow, die feststellen konnten, daß die *Anopheles*-Weibchen bei der Eiablage stark saure Wässer mieden, lag die Vermutung nahe, daß dies auch für *Culex*-Weibchen zutreffen könnte. Einige Versuche, die in dieser Richtung angestellt wurden, bestätigten für *Culex*-Weibchen ebenfalls, daß sie bei der Eiablage stark saure Wässer (pH 2, 3 und 4) mieden. Die Versuche wurden folgendermaßen ausgeführt. In einem größeren Versuchsraum von etwa $^1/_2$ cbm Inhalt wurden ca. 2 Dutzend vollgesogener *Culex*-Weibchen ausgesetzt. Auf dem Boden des Versuchsraumes befanden sich eine Anzahl Glasschalen mit Wässern verschiedener Wasserstoffionenkonzentrationen. Die pH-Werte schwankten zwischen 2 und 10. Jeder pH-Wert war mehrfach vertreten, um nach Möglichkeit Zufälle auszuscheiden. Desgleichen war die Anordnung der Schalen vollkommen regellos. Die Weibchen legten nur in Schalen ab, deren Wasser einen pH-Wert über 4—4,5 anzeigte. Stark alkalisches Wasser (pH 9,0—10) wurde nicht gemieden. Über den Instinkt, der die Weibchen dazu leitet, stark saures Wasser bei der Eiablage zu meiden, läßt sich vorläufig noch nichts aussagen.

Versuche mit Aëdes-Larven.

Einige Versuche, die unter denselben Bedingungen wie bei den *Culex*-Larven, mit Larven von *Aëdes sticticus*, *Aëdes caspius* und *vexans* durchgeführt wurden, führten im wesentlichen zu denselben Ergebnissen wie die Versuche mit *Culex*-Larven. Die *Aëdes*-Larven wurden aus Tümpeln im Wiesen- und Waldgelände der Umgebung Berlins eingesammelt. Die Wässer, die *Aëdes*-Larven enthielten, zeigten durchweg einen schwach alkalischen Charakter. Die zu den Versuchen benutzten Larven befanden sich natürlich in allen Häutungsstadien, auch einige Puppen wurden mit in den Versuch genommen. Die künstliche Ansäuerung und Alkalisierung der zu den Versuchen benutzten Wässer erfolgte gleichfalls durch Salzsäure-, Schwefelsäure-, Salpetersäure- und Kalilaugezusatz. Die Versuche erwiesen, daß auch auf *Aëdes*-Larven stark saures Wasser mit den pH-

Werten 2, 3, 4 und 5, sowie stark alkalisches Wasser mit den pH-Werten 8,5, 9,0 9,5 10 in mehr oder weniger kurzer Zeit abtötend auf die Larven einwirkte. Im Gegensatz zu den *Culex*-Befunden stand aber die Tatsache, daß bei den pH-Werten von 6, 6,5 und 8,0—8,5 noch ein verhältnismäßig hoher Prozentsatz der eingesetzten *Aëdes*-Larven (etwa 60—80%) einging. Die Puppen wiederum vertrugen alle sauren und alkalischen pH-Werte und schlüpften normal aus. Ich möchte aus diesen Versuchen mit *Aëdes*-Larven den Schluß ziehen, daß die Larven von *Aëdes sticticus*, *caspius* und *vexans* physiologisch auf engere Reaktionsintervalle begrenzt sind als die *Culex*-Larven. Im Einklang damit würde die Beobachtung stehen, daß die Larven von *Aëdes sticticus*, *caspius* und *vexans* unter sonst topographisch gleichartigen Verhältnissen im stark sauren Wasser nicht gefunden wurden. Die *Aëdes*-Larven könnte man daher zu den stenoionen Organismen rechnen, da die Reaktionsintervalle für diese Larven durch engere Grenzen gekennzeichnet sind (pH-Werte 6,5—8,0). Die *Culex*-Larven dagegen, die in Wässer mit den pH-Werten 4,5—8,5 normal zur Entwicklung kamen, kann man deshalb wohl zu den euryionen Organismen zählen.

Um einigermaßen darüber Klarheit zu bekommen, welche Faktoren in dem stark sauren und in dem stark alkalischen Wasser die *Culex*- und *Aëdes*-Larven zum Absterben brachten, müssen wir uns einmal vergegenwärtigen, welche chemischen Umsetzungen bei dem Zusatz von Mineralsäuren und Alkalien zu dem benutzten Wasser sich abspielen. In jedem Wasser — mit Ausnahme des destillierten Wassers — sind Kalkmengen enthalten, die entweder als Gips oder als saures Karbonat gelöst sind. Gibt man nun zu einem solchen Wasser Schwefelsäure, so entsteht unter Kohlensäurebildung Calciumsulfat ($CaSO_4$, Gips)

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3.$$

Diese Umsetzung geht nun bei fortgesetzter Zugabe von Schwefelsäure solange vor sich, bis kein Calciumkarbonat mehr im Wasser vorhanden und die zugesetzte Schwefelsäure als freie Säure im Wasser nachweisbar ist. Ähnliche Vorgänge spielen sich bei Zusatz von Salzsäure und Salpetersäure ab. In diesen Fällen entsteht einmal bei Salzsäurezusatz neben Kohlensäure Chlorcalcium ($CaCl_2$) und zweitens bei Salpetersäurezusatz Calciumnitrat ($Ca[NO_3]_2$. Die entsprechenden Formeln sind:

$$CaCO_3 + 2\ HCL \rightarrow CaCl_2 + H_2CO_3,$$
$$CaCO_3 + 2\ HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2CO_3.$$

Bei entsprechend reichlicher Zugabe der beiden Säuren werden auch hier schließlich die Wässer mineralsauer werden, wenn das in dem Wasser vorhandene Calciumkarbonat durch diese Säuren vollkommen umgesetzt ist. Als Nachweis für freie Mineralsäuren benutzte ich Kongopapier, das bei Vorhandensein von derartigen Säuren durch Blaufärbung reagierte. Es ließ sich nachweisen, daß bei den pH-Werten 2, 3, 4 und 4,4—4,5 die

benutzten Wässer mineralsauer geworden waren. Es ist nun beachtenswert, daß ein Abtöten der *Culex*- und *Aëdes*-Larven, vor allem der *Culex*-Larven, nur bei denjenigen pH-Werten eintrat, wo tatsächlich freie Mineralsäuren, in diesem Falle also Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure sich nachweisen ließ. Die Vermutung, daß es nur die freien Mineralsäuren sind, die in dem stark sauren Wasser die *Culex*-Larven zum Absterben brachte, liegt nahe. Die gelösten Salze Calciumchlorid, Calciumsulfat und Calciumnitrat können jedenfalls nicht dafür verantwortlich gemacht werden, da sie hinsichtlich ihrer Giftwirkungen praktisch toxikologisch ohne Bedeutung sind und Versuche zeigten, daß selbst Mengen von 2—3 g dieser Salze auf 200 ccm destilliertes Wasser keine Schädigung der *Culex*- und *Aëdes*-Larven hervorrief. Der Tod der Larven beruht wahrscheinlich auf einer direkten Wirkung dieser Säuren auf den Organismus durch eine Veränderung der normalen Permeabilität der Oberflächenteile des Organismus. Weiterhin kommt es offenbar auch auf das Anion oder das Molekül der Säure mit an, auf letzteres insofern, als Lipoidlöslichkeit bezw. Absorbierbarkeit des Moleküls es der Säure ermöglicht, rasch ins Zellinnere zu dringen und dort vermöge seiner Säurenatur in Reaktion zu treten, um dann durch Eiweißfällung den Tod der Zelle herbeizuführen. Weiterhin mag auch der toxische Wirkungsgrad der Säuren durch die Dissoziationsfähigkeit, d. h. durch den Gehalt an freien H-Ionen, bedingt sein. Bei den *Aëdes*-Larven scheinen gerade die H-Ionen insofern auch eine vergiftende Rolle zu spielen, als nachgewiesen wurde, daß *Aëdes*-Larven auch bei pH-Werten eingingen, die nicht mehr mineralsaures Wasser anzeigten. Abgesehen von den H-Ionen beruht die Giftwirkung der freien Schwefelsäure wohl in erster Linie auf ihrer wasserentziehenden Eigenschaft, die den Organismus durch Veränderung des Wassergehaltes der Kolloide schädigt. Bei der freien Salzsäure werden infolge des starken Eindringungsvermögens in die Haut die Anionen, eventuell auch die H-Ionen, rasch in das Zellinnere gelangen können, um dort ihre eiweißfällende Wirkung auszuüben. Bei der Salpetersäure wird die Abtötung der Larven hauptsächlich durch die Verätzung der Oberflächenhaut des Organismus eintreten, wonach die Säure und die H-Ionen durch reine Diffusionswirkung in das Zellinnere gelangen können.

In dem durch Kalilaugezusatz alkalisierten Wasser (pH 8,5 bis 10), das ebenfalls die *Culex*- und *Aëdes*-Larven in kurzer Zeit zum Absterben brachte, liegen ähnliche Verhältnisse vor. Hier ist es freies Ätzalkali, besonders bei den pH-Werten 8,5—10, das auf die Larven einwirkte. Die Giftwirkung ist ungefähr dieselbe wie bei den Säuren. Sie hängt ebenfalls in erster Linie von den bei den Säuren erwähnten Faktoren, wie Lipoidlöslichkeit, Eindringungsfähigkeit und Eiweißfällungsvermögen der Moleküle ab, wird aber auch durch den Gehalt an freien OH-Ionen beeinflußt. Es wird allem Anschein nach zuerst die Zelloberfläche durch die ätzende und verseifende Eigenschaft der Kalilauge zerstört und damit der Tod

der Zelle eingeleitet. Die chemische Umsetzung bei Zusatz von Kalilauge zu den benutzten Gewässern geht unter folgender Reaktion vor sich. Die hinzugefügte Kalilauge verbindet sich zunächst mit der Kohlensäure des Wassers zu Kaliumbikarbonat ($KHCO_3$). Formel: $KOH + CO_2 \rightarrow KHCO_3$. Fügt man noch weitere Lauge hinzu, so wird mit dem bereits vorhandenen Kaliumbikarbonat Wasser und normales Kaliumkarbonat (K_2CO_3) gebildet, also: $KHCO_3 + KOH \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$. Das Wasser enthält schließlich bei weiterem Kalilaugezusatz nur noch Kalilauge-Karbonate. Diese überschüssige Kalilauge läßt sich mit Phenolphthalein (Rotfärbung) nachweisen. Die Wirkungslosigkeit der freien Mineralsäuren und des Ätzalkalis, sowie die der H- und OH-Ionen auf die Mückenpuppen und Eier, beruht bei den Puppen höchstwahrscheinlich darauf, daß die stärkere chitinige Hülle sie vollkommen undurchdringlich für diese Stoffe macht; die Eier sind neben ihrer chitinigen Hülle wahrscheinlich noch durch eine dünne Wachsschicht vor dem Eindringen der Gifte geschützt.

Zum Schluß möchte ich noch einen Freilandversuch erwähnen, der in der Brieselanger Forst in der Umgebung Berlins ausgeführt wurde. Entsprechend den bei der Fliegenbekämpfung gemachten günstigen Erfahrungen über die Einwirkung von Calciumhydroxyd [$Ca(OH_2)$] auf die Larvenstadien wurden Versuche in gleicher Richtung bezüglich der Larven von *Aëdes sticticus* und anderer Aëdinenlarven durchgeführt. Der Versuch ging von der Erwägung aus, daß man einerseits die im Laub und Moos in den Senkungen des Waldbodens überwinternden Aëdeseier durch Ausstreuen des Kalkes vernichten könne, andererseits das später aufsteigende Grundwasser dadurch so weit alkalisieren könne, daß die Larven abgetötet wurden. Mitte Februar dieses Jahres wurden mehrere Senkungsstellen in der Brieselanger Forst mit Calciumhydroxyd dicht bestreut. Die Ende April durchgeführte Kontrolle ergab leider ein vollkommen negatives Resultat der Versuche. Alle Senkungsstellen, die behandelt waren, hatten sich voll Wasser gefüllt und wimmelten von Mückenlarven. Es waren also weder die Eier, die ja unbedingt im Laub oder Moos liegen mußten, vernichtet worden, noch später das Wasser so weit alkalisiert worden, daß die Larven eingingen. Der Mißerfolg ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß aus dem aufgestreuten Calciumhydroxyd unter dem Einflusse der Kohlensäure der Luft Calciumkarbonat entstanden war. Das Calciumkarbonat ist natürlich vollständig unwirksam, da es praktisch so gut wie neutral und schwer löslich ist: $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$. Es kann unter dem Einfluß weiterer Kohlensäure der Luft und von Wasser Calciumbikarbonat entstehen: $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend kann ich für die Larven von *Culex pipiens* feststellen, daß die Wasserstoffionenkonzentration auf die Entwicklung dieser Larven einen nur geringen, wenn gar keinen Einfluß hat, denn sie können pH-Werte von 4,4 bis 8,5—9,0 ohne weiteres vertragen. Bei niedrigeren, sauren pH-Werten (pH 2 bis 4,4) und höheren, alkalischen Werten (pH 9,0 bis 10) starben die Larven ab und zwar durch vergiftende Einwirkungen der in den stark sauren Wässern vorhandenen freien Mineralsäuren und des im stark alkalischen Wasser frei nachgewiesenen Ätzalkali.

Die Giftwirkung, die im gewissen Grade von der Permeabilität der Oberflächenteile der Organismen abhängig ist, beruht bei den Säuren auf der Lipoidlöslichkeit bezw. Adsorbierbarkeit der Moleküle und wohl auch auf der Wirkung der dissoziierten H-Ionen. Bei den Basen hängt sie ebenfalls sowohl von der Konzentration der nicht dissoziierten Moleküle ab, wie auch von der der OH-Ionen. Puppen und Eier der *Culex*-Mücken werden weder durch mineralsaure Wässer noch durch stark alkalisches Wasser zum Absterben gebracht. Sowohl Imagines als auch junge Larven schlüpfen normal aus. Die jungen Larven werden allerdings sofort nach dem Schlüpfen bei pH-Werten 2 bis 4, 4 und 8,5 bis 10 abgetötet. Die *Culex*-Weibchen legen ihre Eier nicht in stark saures Wasser (pH 2 bis 4,4) ab. Die *Culex*-Larven vertragen also alle in der Natur für gewöhnlich normal vorkommenden Reaktionsintervalle, soweit es sich nicht um mineralsaures Wasser (pH 2 bis 4,4) und stark alkalisches Wasser (pH 8,5 bis 10) handelt. Ich rechne sie deshalb zu den euryionen Organismen, d. h. Organismen, deren Reaktionsintervalle durch weite Grenzen gekennnzeichnet sind. Die *Aëdes*-Larven (*Aëdes sticticus*, *crucians* und *caspius*) haben ihre volle Entwicklungsfähigkeit nur in Wässern, deren pH-Werte zwischen 6,5 und 8,0 liegen. Ich würde sie deshalb zu den stenoionen Organismen zählen, da ihre Reaktionsintervalle durch engere Grenzen (pH 6,5 bis 8,0) gekennzeichnet sind. Betrachte ich die Bekämpfungsmöglichkeit der oben erwähnten *Culex*- und *Aëdes*-Arten durch künstliche Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration, sei es durch Ansäuerung mit Mineralsäuren oder Alkalisierung durch Zusatz von Laugen und Alkalien, so muß ich zu dem Schluß kommen, daß eine Reaktionsänderung des Wassers der Brutstätten von *Culex pipiens* kaum durchführbar scheint, da schon die Wässer so stark sauer bezw. alkalisch gemacht werden müßten, daß auch alles andere tierische und pflanzliche Leben dabei zugrunde gehen würde. Eine Bekämpfung der *Aëdes*-Larven würde schon eher Aussicht auf Erfolg haben, da die Reaktionsbreite durch wesentlich engere Grenzen gezogen ist (pH 6,5 bis 8,0). Man könnte hier sowohl durch Ansäuerung wie auch durch Alkalisierung der Brutstätten vorgehen. Der Mißerfolg des ersten größeren Freilandversuches ist natürlich noch kein Kriterium für die Unbrauchbarkeit der Methode.

Literatur.

1. Adowa, A. N., und Sebenzow, B. M., Ergebnisse der 3jährigen Tätigkeit der hydrobiologischen Abteilung in der Erforschung der Ökologie der *Anopheles*-Larven an den Torfgewinnungsstellen. Zeitschr. f. ang. Ent. 15, 170—177, 1929.
2. Barber, M. A., und Komp, W. H. W., The Hydrogen-ion-Concentration of Waters in relation to Anopheline Produktion. Publ. Health Bull. Nr. 137, 1922.
3. Beklemishev, V., und Metrofanova, Y. U., Über die Ökologie der Larven von *Anopheles maculipennis*. Das Verteilungsproblem (russisch). Bull. Inst. Recherches biol. et Sta. biol. Univ. Perm 4, 285–332, 1926.
4. Birjukoff, W. J., Über die Frage des Zusammenhangs zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und der Verteilung von Mückenlarven in den Gewässern der Umgebung von Charkov. Russ. Hydrobiol. Zeitschr. 7, 256, 1928.
5. Buxton, P. A., und Hopkins, C. H. E., Researches in Polynesia and Melanesia; an Account of Investigations in Samoa, Tonga, The Ellice Group and the New Hebrides, in 1924, 1925, Parts 1—4. Publ. by the London Scholl of Hyg. and Tropic. Med., 260 S., 1927.
6. Hamlyn-Harris, R., Notes on the Breeding-places of two Mosquitoes in Queensland. Bull. Ent. Res. 17, 411—414, 1927.
7. — — Notes on the breeding habits of *Culex fatigans* (Wied.) and its associated Mosquitoes in Queensland. Proc. Royal Soc. of Queensland 40, 91—103, 1928.
8. Harold, C. H. H., Studies on Mosquito Bionomics. J. Roy. Army Med. Corps 46, 81—94, 180—187, 1926.
9. MacGregor, M. E., The influence of the Hydrogen-ion-Concentration in the Development of Mosquito Larvae. Parasitology 13, 348—351, 1921.
10. — — The significance of the pH in the development of Mosquito larvae. Parasitology 21, 132—157, 1929.
11. Mark, F. Boyd., Studies on the bionomics of North American Anophelines. Physical and chemical factors in their relation to the distribution of larvae in Northeastern-North Carolina. Amer. Journ. of Hyg. 9, 346–370, 1929.
12. Morishita, H., Experimental observations on the habits of *Culex fatigans* with special reference to the influence of Hydrogen-ion-Concentration upon its development (japanisch). (Engl. Zusammenfassung). J. Med. Soc. Formosa 247, 37 S., 1925.
13. Nikitinshii, V., Das Leben und die chemisch-physikalischen Bedingungen in Torftümpeln und ihre Bedingungen für die Entwicklung von *Anopheles maculipennis* (russisch). Russ. J. Trop. Med., 13—15, 1926.
14. Peus, F., Auffällig häufiges Auftreten der Culicide *Taeniorhynchus richiardii* (Fic.) in Norddeutschland im Sommer 1928. Zeitschr. f. Desinfektions- u. Gesundheitsw., Jahrg. 20, 137—139, 1929.
15. — — Beiträge zur Faunistik und Ökologie der einheimischen Culiciden. Zeitschr. f. Desinfektion Jahrg. 21, 76—81, 92—98, 1929.
16. Russel, H., Notes on the reaktion of the breeding-places of Anophelines in Macedonia. Bull. Ent. Res. 18, 155—158, 1927.
17. Scharff, J. W., Notes on practical measures of Malaria prevention from the point of view of Mosquito control. Malayan Med. J. 2, 49—56, 1927.
18. Smorodinzew, I. A., Adowa, A. H., und Ravitsch-Schtscherbo, M. I., Die physiko-chemische Charakteristik der Torfsumpfgewässer in bezug auf *Anopheles*-Brutstätten. Zeitschr. f. Desinfektion Jahrg. 21, 193—197, 1929.
19. Williamson, K. B., Annual report of the Malaria Bureau, Institute for Medical Research, Federated Malay States, for the year 1924. F. M. S. Ann. Rep. Med. Dept. 25—28, 1924.
20. — — Mosquito breeding and Malaria in relation to the nitrogen cycle. Bull. Ent. Res. 18, 1928.

Referate.

Einzelreferate.

Zweigelt, Fritz, Blattlausgallen. Histogenetische und biologische Studien an Tetraneura- und Schizoneuragallen. Die Blattlausgallen im Dienste prinzipieller Gallenforschung. Monog. z. ang. Ent. Nr. 11. 684 S., 155 Textabbildungen, 5 Tafeln. Berlin, Verlag Paul Parey, 1931. Preis: geh. RM 52,—.

Ein tiefgründiges Werk, in welchem eine ungeheuere Fülle von Beobachtungen, histologischen und genetischen Untersuchungen, biologischen Experimenten und einschlägiger Literatur im weitesten Sinne verarbeitet sind, um unsere Kenntnis vom Wesen der Blattlausgallen im besonderen und jener der Pflanzengallen im allgemeinen zu vertiefen! Es ist erstaunlich, welche Unmenge von allgemein biologischen Fragen und selbst solche erkenntnistheoretischen Inhaltes der Autor in diesem Buche aufzuwerfen weiß, um sie an Hand seines reichen Tatsachenmaterials, auf das hier nicht im einzelnen eingegangen werden kann, kritisch zu erörtern. Sein nächstliegendes Ziel ist eine Revision der bisherigen Anschauungen über Wesen und Bedeutung der Blattlausgallen, darüber hinaus jener der Theorie von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit", für welche von jeher die Pflanzengallen als Kronzeugen angeführt worden sind. An Hand seiner histogenetischen Untersuchungen weiß Zweigelt überzeugend das biologisch sinnwidrige dieser Theorie anseinanderzusetzen und nachzuweisen, daß Pflanze und Wirtstier vom ersten bis zum letzten Tage ihre Verbundenheit in dauerndem und ununterbrochenem Kampfe stehen, als dessen Resultat letzten Endes die Galle selbst anzusehen ist.

Das Buch wendet sich keineswegs — wie sein bescheidener Titel „Blattlausgallen" vermuten lassen könnte — nur an Entomologen und Phytopathologen im engeren Sinn. Seine Lektüre ist vielmehr dank der Fülle neuer Beobachtungen und seinem Gedankenreichtum für jeden fruchtbringend und anregend, der sich mit dem Studium der lebendigen Substanz beschäftigt, da es biologische Probleme von prinzipieller Bedeutung berührt: Künftige Zeiten werden das Zweigeltsche Werk als wertvollen auf Beobachtung und Experiment fußenden Beitrag zur Lehre von der Entstehung der Arten zu werten wissen.

Zwölfer.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Dritter Band. Spezieller Teil. Zweite Abteilung: Lepidopteroidea: Die „Schnabelhafte" (Panorpatae); die „Köcherfliegen" (Trichoptera); Die „Schmetterlinge" I (Lepidoptera I): Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen. Mit 605 Textabbildungen und 14 Farbendrucktafeln, 836 Seiten, gr. 8°. Berlin, Verlag Paul Parey, 1931. In Ganzleinen geb. RM 57,—.

Nach 8 Jahren endlich der langersehnte 3. Band des „Escherich"! Was lange währt, wird gut. Wenn auch dieser Band noch den Untertitel: „Ein Lehr- und Handbuch" führt, so sprengt er doch völlig diesen Rahmen und geht sogar weit über das

hinaus, was man im allgemeinen unter einem Handbuche versteht. Er gibt eine nahezu erschöpfende Darstellung unseres gesamten Wissens über den größten Teil der europäischen Forst-Schmetterlinge, ihr biologisches und forstliches Verhalten und ihre Bekämpfung. Zunächst sind die rein zoologischen Tatsachen und Fragen sehr ausführlich behandelt, mehr vielleicht, als in einem Werke über angewandte Entomologie nötig wäre; so sind z. B. auf 14 Seiten 6 neuere Versuche, ein natürliches System der Schmetterlinge zu schaffen, meist ausführlich wiedergegeben. Dann werden möglichst alle Arten behandelt, die in, wenn auch nur losem Zusammenhange mit dem Walde stehen, wie z. B. selbst die Kleider- und Pelzmotten, während ich andere, wie z. B. *Argyresthia conjugella* und *ephippella*, die *Lyonetia*-Arten (*clerkella*), *Simaethis pariana*, vermisse. Alle Stadien sind, soweit bekannt, genau beschrieben, was zwar bei Schmetterlingen sehr viel Raum beansprucht, aber auch ganz besonders erwünscht ist. Ebenso ausführlich werden Biologie und forstliches Verhalten geschildert. Ganz besonderen Wert legt Verf. auf die „Epidemiologie". Sie war bei Nitsche nur in bescheidenem Maße berücksichtigt, entsprechend der damaligen geringeren Kenntnisse und geringeren Bewertung der betr. Fragen. Erst seitdem sie unter dem neuen Worte zusammengefaßt sind, traten sie in den Vordergrund des Interesses und wurden Mode, damit, wenigstens nach Ansicht des Ref., in ihrer praktischen Bedeutung sicher überschätzt. Sie werden hier ganz besonders ausführlich behandelt; im Allgemeinen Teile zwar nur auf 20 Seiten, beim Kiefernspanner aber bereits auf 47, bei der Kiefern-Eule sogar auf 76. Daß dabei viele Wiederholungen vorkommen, beruht eben auf der Überschätzung; so stößt man z. B. immer wieder auf die Angabe, daß warmes, trockenes Wetter die Entwicklung der behandelten Art begünstige und beschleunige, kaltes und nasses Wetter schädige bezw. zurückhalte; die Erwähnung der Ausnahme-Fälle hätte wohl genügt.

Daß die Bekämpfung äußerst ausführlich und gründlich dargestellt wird, ist selbstverständlich, wobei allerdings die Kulturmaßnahmen wohl etwas zu kurz gekommen scheinen, und die biologische Bekämpfung nicht den Raum einnimmt, den man nach der früheren Stellungnahme des Verf. erwartet hätte. Umso ausführlicher ist die chemische Bekämpfung behandelt, die ja erst im letzten Jahrzehnte, durch die In-Dienst-Stellung von Flugzeugen und Motor-Verstäubern, in die Forstwirtschaft eingedrungen ist und sich hier rasch eine unerwartete, ungeheure Bedeutung errungen hat.

Wenn aus dem Vorstehenden vielleicht manchmal der Eindruck von Vorwürfen entstehen sollte, so wäre er höchstens da berechtigt, wo auf Lücken hingewiesen wurde. Das „Zuviele" (wenn es das überhaupt gibt), ist solange zu begrüßen, als wir in Deutschland noch kein gutes, neues Handbuch der Entomologie haben. Vorläufig können wir nur dankbar sein, wenn der Verf., der an vielen der neuen Errungenschaften wesentlich mitgearbeitet hat, sie in aller Ausführlichkeit auseinandersetzt, und können uns freuen, daß dies ihm in so vorzüglicher, klarer und verständlicher Weise gelungen ist, wie denn überhaupt diese beiden Eigenschaften, in Verbindung mit einem flüssigen, leicht lesbaren Stile, auch in diesem Bande, selbst bei schwierigen Themata, ebenso in die Erscheinung treten, wie bei den früheren Arbeiten des Verfassers.

Ein wesentlicher Vorzug des Werkes ist, daß die Ausführlichkeit der Darstellung parallel der forstlichen Bedeutung der behandelten Arten ist. So hat z. B. der Eichenwickler nur (d. h. immerhin noch) 23 Seiten mit 11 Abbildungen, der Kiefernspanner 106 Seiten, 3 Tafeln (pt.) und 88 Abbildungen. Die wichtigsten Arten sind so in großen Monographieen behandelt, wie sie zu den hauptsächlichen Erfordernissen der entomologischen Literatur gehören.

Sehr begrüßenswert ist die große Anzahl von morphologischen und biologischen Bestimmungstabellen, die gerade bei Schmetterlingen ebenso schwierig wie nötig sind.

Daß alle Ausführungen und Angaben wissenschaftlich durchaus auf der Höhe sind, bedarf kaum der Erwähnung. Ebenso sind ein gutes Register und reiche, zuverlässige Literatur-Angaben selbstverständliche Forderungen (wenn sie auch bei anderen Werken keineswegs immer erfüllt werden).

Zuletzt noch die Ausstattung: sie ist über jedes Lob erhaben. Schon die Textabbildungen, besonders die vielen Originale, erfüllen jeden Wunsch auf Schönheit und Klarheit. Die 14 Farbendrucktafeln (die 4 über Kleinschmetterlinge von J. v. Kennel!) gehören zu den besten, die es überhaupt gibt; daß die Farben nicht immer genau stimmen, muß man solange in Kauf nehmen, als die Technik eine völlige Übereinstimmung noch nicht erreicht hat.

Um zusammenzufassen: der 3. Band des „Escherich" ist ein Monumentalwerk 1. Ranges, das in der entomologischen Literatur ohnegleichen dasteht. Wir müssen dem Verfasser und dem Verlage dankbar dafür sein, daß sie in so schwerer Zeit ein so glänzendes, an Inhalt und Ausstattung kaum zu überbietendes Werk geschaffen haben, dessen Preis noch dazu, im Vergleiche zu anderen wissenschaftlichen Werken, gering ist.

Zum Schlusse möchte Ref. nicht ganz den Ausdruck des Neides unterdrücken: was muß es für eine Freude und ein Genuß sein, so in jeder Hinsicht aus dem Vollen schöpfen zu können, unbeengt von Rücksichten auf Raum und Kosten! Reh.

Rostrup, S., und **M. Thomsen,** Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Nach der 4. dänischen Auflage ins Deutsche übertragen und für die deutschen Verhältnisse bearbeitet von H. Bremer und R. Langenbuch. Mit 236 Abbildungen. XI, 367 S. Berlin, Verlag Paul Parey, 1931. 8°. Preis geb.: RM 18,—.

Wenn zwei so hervorragende Forscher sich zu einem Buche zusammentun, so darf man auch etwas Hervorragendes erwarten. Und die Erwartung wird hier nicht getäuscht. Allerdings: das Buch ist aus der Praxis hervorgegangen und für die Praxis geschrieben. Rein Wissenschaftliches tritt daher stark zurück; so ist z. B. sogar auf Angabe der Autornamen verzichtet, was kaum richtig ist. Ebenso fehlen theoretische Erörterungen und Erwägungen, wie sie heute auf dem Gebiete der angewandten Entomologie so beliebt sind. Dagegen ist der Inhalt selbstverständlich so streng und hoch wissenschaftlich, wie es dem Namen der Verf. entspricht. Die Anordnung ist zoologisch-systematisch; behandelt werden Rund- und Borstenwürmer (letztere sehr kurz), Glieder- und Weichtiere; Wirbeltiere fehlen; auch bei der Besprechung der Feinde der Schädlinge sind sie noch weniger berücksichtigt, als sie verdienen. Der Titel der Übersetzung geht also zu weit; der des Originals ist richtig. Jeder Schädling ist in allen Stadien genau beschrieben, desgl. Lebensweise, Schädlichkeit und Schadbild, wobei überall die reiche Erfahrung der Verf. zutage tritt. Auf die abiotischen Verhältnisse ist soweit eingegangen, als sichere Kenntnisse und Verwertbarkeit vorliegen. Vorbeugung und Bekämpfung sind natürlich gründlich geschildert, wobei wiederum die reiche Erfahrung der Verf. überall spürbar ist. Kulturmaßnahmen, wie direkte physikalische und chemische Maßnahmen werden soweit behandelt, wie sie sich in der Praxis bewährt haben und ausführbar sind. An den systematischen Teil schließt sich ein recht guter Bestimmungsschlüssel, nach Pflanzen und Schadbild geordnet, wie im „Kirchner". Den Schluß des Textes bildet ein Literaturverzeichnis in der Reihenfolge der Schädlinge; Angabe der Seitenzahl vor jedem Namen hätte die Benutzbarkeit sehr erleichtert. Die Abbildungen sind vorzüglich und klar; sie geben vor allem die Entwicklungsstadien der Schädlinge und die Schadbilder sehr gut wieder. Die Übersetzung bezw. Bearbeitung ist gut; bei ersterer wäre, bei einem Buche für die Praxis, bei den Schmetterlingen besser von Raupen als von „Larven" geredet worden. Wenn natürlich die Bearbeitung auch nicht ganz die Mängel eines fremdländischen Werkes beseitigen kann, so erhöht sie doch durch Weglassungen, Zusätze und ganz vorzügliche neue Abbildungen den Wert für Deutschland wesentlich.

Wenn auf dem Papierumschlage das dänische Original als „das beste Buch seines Gebietes" bezeichnet wird, so darf man dies Urteil wohl ohne weiteres auf die Deutsche Übersetzung übertragen. Reh.

Howard, L. O., A History of Applied Entomology (Somewhat Anecdotal). Washington 1930.

Howards Buch ist — wie schon der Untertitel besagt — keine Geschichte der angewandten Entomologie im üblichen Sinne des Wortes, die auf einem Studium von Dokumenten und historischem Quellenmaterial aufbaut. Die Darstellung der Entwicklung dieser Disziplin in den verschiedenen Ländern der Welt, die der Band zu geben versucht, fußt vielmehr zum weitaus größten Teil auf den reichen Erfahrungen und Eindrücken, die sein Schöpfer auf seinen Reisen durch die meisten Kulturstaaten gewann, und auf den Informationen, die er seiner persönlichen Bekanntschaft mit fast allen bekannteren Entomologen der älteren Generation verdankte. Gerade dies und die bedeutsame Rolle, die der Verfasser in seiner Führerstellung als angewandter Entomologe durch mehr als ein Menschenalter hindurch spielte, befähigen ihn wie keinen zweiten lebenden Vertreter des Faches zur Schaffung eines solchen Werkes. So erhielt es denn auch eine außerordentlich lebendige Note, die seine Lektüre äußerst anregend gestaltet.

Am ausführlichsten wird naturgemäß die Entwicklung der Verhältnisse in den Vereinigten Staaten geschildert, wo ja auch heute noch die angewandte Entomologie im praktischen Leben eine Rolle spielt, wie in keinem zweiten Lande der Welt. Der Leser wird nicht nur mit der Entstehung der verschiedenen Forschungsstellen, der amtlichen Einrichtungen der Schädlingsbekämpfung, und jener der Hauptschädlingsprobleme des Landes bekannt gemacht, sondern erfährt auch alles Wesentliche über die führenden Köpfe auf dem Gebiet, und die Arbeit die sie im einzelnen geleistet haben. Anschließend werden die Verhältnisse in Canada, Mexiko, den verschiedenen Ländern Europas, Asiens, Afrikas, Australiens und des Pazifiks, endlich noch jene Süd- und Centralamerikas sowie Westindiens geschildert. Daß dabei die einzelnen Gebiete und Länder nicht ganz gleichmäßig eingehend behandelt werden, darf dem Verfasser nicht zum Vorwurf gemacht werden: Es ist — worauf er selbst hindeutet — in dem Mangel entsprechender Unterlagen begründet.

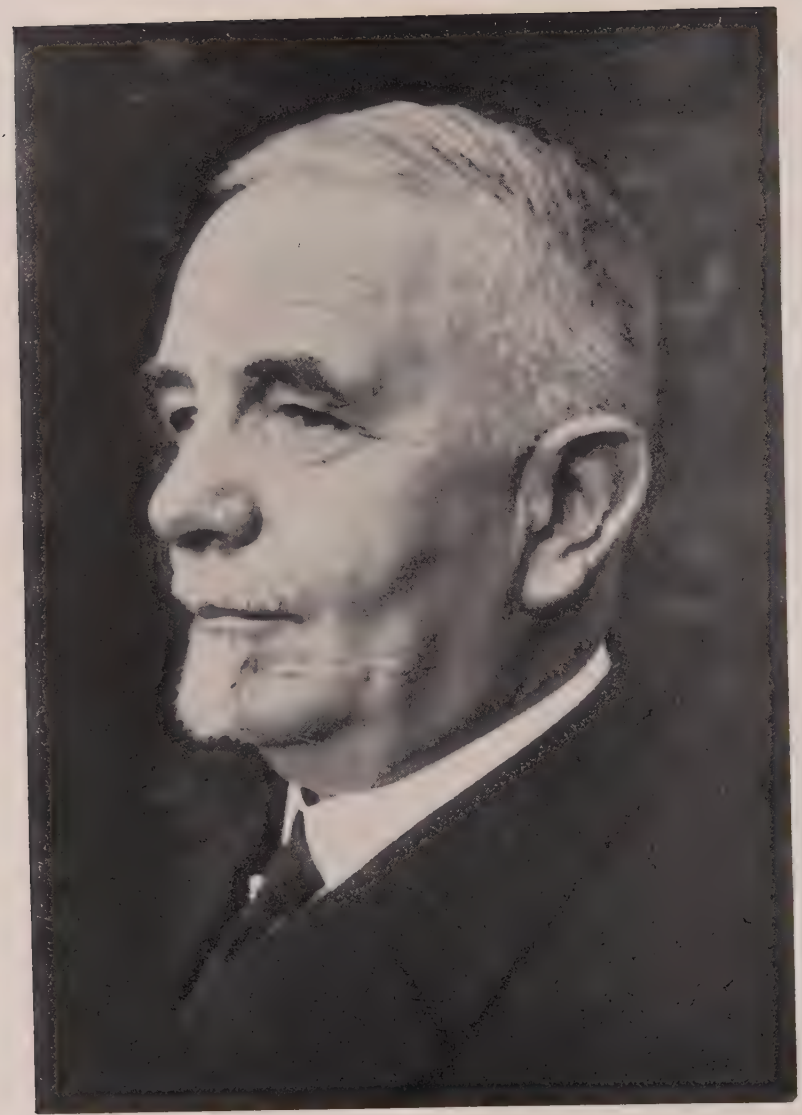
Es folgt ein Abschnitt zur Geschichte der medizinischen Entomologie, ein ausführliches Kapitel über die Entwicklung der biologischen Schädlingsbekämpfung und die Erfahrungen, die mit ihr in den verschiedensten Ländern gemacht wurden. Eine vergleichende Gegenüberstellung der Bibliographie der einzelnen Länder (Deutschland steht hier an zweiter Stelle!), ein Abschnitt „Ausblicke" und 51 Tafeln mit den Porträts einer großen Zahl bekannter Entomologen beschließen das Werk, mit dessen reichem Inhalt sich jeder angewandt arbeitende Entomologe bekannt machen sollte. Zwölfer.

Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Begründet von Prof. Dr. Fr. Dahl. Weitergeführt von Maria Dahl und Prof. Dr. Hans Bischoff. 22. Teil. Spinnentiere und Arachnoidea. V. Abteilung. Sig Thor (Oslo), Einführung in das Studium der Acarina. Mit 146 Abb. C. Willmann (Bremen), Moosmilben oder Oribatiden (Cryptostigmata). Mit 364 Abb. Jena, Gustav Fischer, 1931. Preis RM 15,—.

Der 22. Teil des verdienstvollen Werkes bringt in seinem 1. Teil, bearbeitet von Sig Thor, eine ausgezeichnete allgemeine Übersicht zur Einführung in das Studium der Milben. Es werden darin die Morphologie, Anatomie und die Entwicklung der Milben in klarer, prägnanter, durch zahlreiche Abbildungen erläuterter Weise besprochen. Weitere Abschnitte behandeln das Vorkommen, die Lebensweise, den Parasitismus usw., ferner die allgemeinen Schutzmittel, die geographische Verbreitung, die Präparationsmethoden, die Systematik, Phylogenie und Faunistik. Eine analytische Bestimmungstabelle der 7 Ordnungen der Milben, ein ausführliches Literaturverzeichnis und Sachregister schließen den allgemeinen Teil, der wohl die beste, heute existierende allgemeine Darstellung der

so überaus schwierigen und bis jetzt noch so stiefmütterlich behandelten Tiergruppe darstellt, und der für jeden, der sich mit Milben beschäftigt, unentbehrlich ist.

Der 2. Teil, bearbeitet von C. Willmann, bringt auf 120 Seiten die systematische Bearbeitung der Moosmilben (Oribatiden), die auch als Käfermilben oder Hornmilben bekannt sind. Die winzigen Tiere ($^1/_5$—1 mm), leben hauptsächlich im Moos, im Humus des Waldbodens, an Baumstümpfen, auch frei auf Blättern usw. Über ihre Lebensweise ist wenig bekannt. Wahrscheinlich leben die meisten von Pilzen. Die Oribatiden leben in ungeheurer Zahl im Waldboden — kann man doch aus einer guten Handvoll Moos oder Humus mitunter mehr als 1000 Stück sammeln — und spielen wahrscheinlich eine wichtige Rolle im Haushalt der Natur, indem sie trotz ihrer Kleinheit zur Durchlüftung und Düngung des Bodens beitragen, dadurch, daß sie die Humusmassen durchlöchern und mit ihrem Kot durchsetzen. Andererseits sollen sie dadurch, daß sie mit den Borsten usw. ihres Körpers Pilzsporen mit herumschleppen auch als Überträger von Pilzkrankheiten von Pflanze zu Pflanze in Betracht kommen. So sind die hier behandelten Milben in mehr als einer Beziehung von großem Interesse auch für den angewandten Biologen, dem die Willmannsche Darstellung ein willkommenes Hilfsmittel zur Bestimmung beobachteter Milben sein wird. Die zahlreichen klaren Abbildungen stellen eine wesentliche Erleichterung für den Bestimmenden dar. K. E.



Karl Escherich

Festschrift
zum 60. Geburtstag von
Karl Escherich

herausgegeben
unter Mitwirkung seiner Freunde und Schüler
von
F. STELLWAAG

Mit dem Bildnis Escherichs, 88 Textabbildungen
und zum Teil mehrfarbigen Tafeln

BERLIN
VERLAG VON PAUL PAREY
1931

Band XVIII, Heft 3.

Originalaufsätze.

Karl Escherich zum sechzigsten Geburtstag.

Von

F. Stellwaag, Neustadt/Hdt.

Am 18. September 1931 feiert Geh.-Rat Prof. Dr. K. Escherich seinen 60. Geburtstag. Den ihm nahestehenden Freunden und Schülern war es ein Bedürfnis, ihn zu beglückwünschen und ihm durch Überreichung dieser Festschrift eine Freude zu bereiten. Der Entomologie aber bietet sich die erwünschte Gelegenheit, sich klar zu werden, welche Fortschritte sie der Tätigkeit Escherichs verdankt.

Glückliche Anlagen sind es, die der Persönlichkeit Escherichs ihre Prägung verleihen. Die Wirklichkeit läuft ungeordnet, trivial und zufällig ab. Wer mit Escherich in Fühlung kommt, weiß, daß er in hohem Maße die Fähigkeit besitzt, aus den kleinen und großen Elementen des Alltages das Wesentliche zu erfassen und sinnvoll in klarer Weise zu verarbeiten. Es ist bei ihm keine Grenze zu ziehen zwischen einfacher Formung und künstlerischer Gestaltung. Dieser Schaffensprozeß ist es, der ihn selbst in seine Probleme hineinsteigert und auf seine Zuhörer und den Leser seiner Schriften anregend und ermutigend wirkt. Immer wieder wird in den Kritiken der Veröffentlichungen auf die verdichtende Darstellung und klare Sprache hingewiesen, und überall kommt zum Ausdruck, daß Escherich zu begeistern vermag.

Eine andere Eigenschaft kennzeichnet ihn: die großen Zusammenhänge zu sehen und eigene Erlebnisse in diese hineinzustellen. Escherich darf als eine besonders zusammenschauende Persönlichkeit bezeichnet werden. Seine Fähigkeit zur Verknüpfung bringt es mit sich, daß er viele Gebiete des täglichen Lebens beherrscht, und daß die ihn bewegenden Probleme der Verbindung der Elemente entstammen. In hohem Grade kommt ihm die Fähigkeit des Überblickens, des Erschauens zu.

Dazu kommt als drittes: Escherich folgt in sicherem, instinktmäßigem Erkennen seinem Weg. An dem, was er als richtig und förderlich erkannt hat, ist er gewohnt, unbeirrt festzuhalten.

Daneben trieb er unter Boveri rein anatomische Studien über Insekten, als deren Ergebnisse die grundlegende Arbeit „Anatomische Studien über das männliche Genitalsystem der Coleopteren“ (1894) zu buchen ist.

Inzwischen war unter dem Einfluß der Arbeiten von Wasmann und Forel bei ihm lebhaftes Interesse für die sozialen Insekten, vor allem Ameisen und Ameisengäste erweckt worden. Vom Jahr 1897 bis 1907 hat er eine Reihe Arbeiten über die Biologie und Psychologie der Ameisen und ihrer Gäste verfaßt, die ihn mit in die erste Reihe der Ameisenforscher gebracht haben. Als besonders wertvolle Publikationen in dieser Periode seien seine Studien über „Die Anatomie und Biologie von *Paussus turcicus* Friv.“ und sein Buch „Die Ameise, Schilderung ihrer Lebensweise“ (1906) hervorgehoben. Letzteres hat überall die günstigste Aufnahme gefunden, so daß eine zweite Auflage (1917) notwendig wurde. Obwohl in der Folgezeit eine ganze Reihe kleinerer und größerer Bücher über Ameisen erschienen sind, ist das Escherich'sche Buch bis heute die beste deutschsprachige Darstellung über Ameisen geblieben. In diesem Buch dokumentiert sich schon die kurze konzentrierte, klare, scharfgegliederte und doch von warmer Begeisterung erfüllte Darstellungs- und Ausdrucksweise, welche viel zu den großen Erfolgen Escherichs beigetragen hat.

Während der „Ameisenperiode“ hat Escherich aber auch eine Reihe anderer zoologischer Fragen bearbeitet. In Bütschlis Institut in Heidelberg widmete er sich embryologischen Fragen: es entstand dort die umfangreiche mit vielen Tafeln ausgestattete Arbeit über die Keimblätterbildung bei den Musciden (1901), die in manchen Punkten den damals herrschenden Anschauungen widersprach, ferner (1902) die Abhandlung über die Entwicklung des Nervensystems der Musciden, in der die Bildung des Mittelstrangs (Sympathicus) klargelegt wurde.

In die Heidelberger Zeit fiel noch die wichtigste Entdeckung Escherichs über das regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen in dem Darmepithel von Anobien (1900), die gewissermaßen den Ausgangspunkt zu der heute so hochentwickelten Buchner'schen Symbiontenlehre dargestellt hat.

Die Entdeckung einer neuen myrmecophilen Thysanure in Afrika führte ihn zum eingehenden Studium der Lepismatiden, dessen Ergebnisse er außer in einer Reihe kleinerer Arbeiten, in der großen, mit prächtigen Tafeln geschmückten Monographie „Das System der Lepismatiden“ (1904) niederlegte, in dem sein systematischer Takt und Scharfblick besonders deutlich in Erscheinung tritt. Diese Arbeit wurde in Straßburg ausgeführt, wo er außerdem noch der Abstammungslehre, über die er Vorlesungen hielt, sein besonderes Interesse zuwandte. Verschiedene Artikel hierüber („Kirchliche Abstammungslehre“, „Ein Jesuitenpater als Anhänger der Deszendenztheorie“) erregten Aufsehen

in der großen Öffentlichkeit und verwickelten ihn mehrfach in lebhafte Polemik (mit Wasmann u. and.).

Die Berufung an die Forstakademie Tharandt (1907) führte ihn zwangsläufig zur Beschäftigung mit der angewandten Entomologie. Er stand ihr allerdings schon seit längerem durchaus nicht fremd gegenüber; schon im Jahre 1897 hat er (gemeinsam mit seinem Bruder, Forstrat G. Escherich) eine Bestimmungstabelle der Borkenkäfer für Praktiker herausgegeben, außerdem war er mehrere Jahre Assistent bei Nüsslin am Karlsruher forstzoologischen Institut gewesen und endlich hatte er auch in Straßburg Vorlesungen über Forstentomologie gehalten.

Trotzdem war natürlich der Schritt von der völlig ungebundenen freien Forschung, der er bisher leben konnte, zur gebundenen Marschroute, kein leichter und es kostete dieser ihm nicht wenig Überwindung, wie aus dem Vorwort zur 2. Auflage seines Ameisenbuches hervorgeht: „Kurz nach Erscheinen der ersten Auflage wurde ich“ schreibt er dort, „aus den sonnigen Höhen rein wissenschaftlicher Tätigkeit herausgerissen, um meine Arbeit der praktischen Seite der Insektenkunde, der angewandten Entomologie, widmen zu sollen. Groß und ernst waren die Aufgaben, vor die ich gestellt wurde. Das wärmende Entzücken, das ehedem so oft bei stiller Beobachtung der vielen Wunder des Ameisenstaates meine Adern durchrieselte und mich der kleinlichen Alltagswelt völlig entrückte, erlebte ich in meinem neuen Berufe nicht mehr. Ich lernte dafür die rauhe Seite des Lebens kennen. Wo die Praxis des Lebens, wo das wirtschaftliche Interesse beginnt, da hört die Sonne des rein geistigen Genießens zu scheinen auf und an ihre Stelle tritt eine rauhe Atmosphäre voller leidenschaftlicher Gegensätze und heftiger Widerstände. Hier heißt es hart zu werden, weder nach rechts noch nach links zu sehen, sondern unbeirrt und geradeaus auf das Ziel, das einem als das richtige vorschwebt, loszumarschieren. Der Weg ist schwierig, Mißverständnisse aller Art, Angriffe schlimmster Sorte, von nah und fern kommend, stellen die Wegsteine dar. So kam ich aus der Welt des ungestörten Forschens und des Friedens in die Welt des Kampfes, eines Kampfes nach allen Seiten. Auch dieser erwärmte, allerdings in anderer Weise als das Glück stiller Naturbeobachtung, nämlich durch das stolze Bewußtsein, die ganze Kraft in den Dienst der Allgemeinheit gestellt und daran mitgearbeitet zu haben, den Kampf gegen die zahllosen Schädiger unserer Volkswohlfahrt zu organisieren. Dieses Bewußtsein ist es, welches für die vielen Enttäuschungen entschädigt und welches dafür sorgt, daß die seit frühester Jugendzeit in der Brust flammende Begeisterung nicht erstickt wird.“

Diese Worte spiegeln deutlich die Kämpfe wieder, die sich in der Brust Escherichs seinerzeit abspielten. Der Übergang vom freien Forscherleben zur gebundenen Arbeit vollzog sich auch nicht unmittelbar, sondern mehrere Jahre noch ließ ihn das Interesse an den früheren

Forschungsgebieten nicht los. Immer wieder erschienen neben forstentomologischen Arbeiten solche über Ameisen und später auch über Termiten, denen er zum erstenmal auf einer Reise nach Abessinien (1906) begegnet war. Er gab als Gegenstück der „Ameise" sein 1. Termitenbuch „Die Termiten oder weißen Ameisen" heraus (1909), das ebenso freudige Aufnahme fand wie sein Ameisenbuch und das auch ins Russische übersetzt wurde. Die Termiten fesseln ihn nun so, daß er nicht anders konnte als sich noch einmal eingehend mit ihnen zu beschäftigen. Er unternahm zu diesem Zweck eine Reise nach Ceylon, wo er in 2 Monaten eine erstaunliche Fülle neuer Beobachtungen über die Bionomie der Termiten machte, die als grundlegend für die ganze Termitenbiologie bezeichnet werden können. Wohl aus keiner zweiten Veröffentlichung geht die biologische Beobachtungsgabe Escherichs so augenfällig hervor als aus seinem mit trefflichen und in der Termitenliteratur einzig dastehenden fotografischen Aufnahmen geschmückten Buche „Termitenleben auf Ceylon", das im Jahr 1911 (bei G. Fischer, Jena) erschien.

Da trat im gleichen Jahr der große Wendepunkt in seinem wisssenschaftlichen Leben ein, wodurch Escherich nun ganz der angewandten Entomologie gegeben wurde. Dieser Wendepunkt wurde eingeleitet durch einen Besuch L. O. Howards in Tharandt. Die wenigen Stunden, die die beiden zusammen waren, genügten zu einem völligen gegenseitigen Verstehen, so daß, wie mir Escherich erzählte, er beim Abschied das Empfinden hatte, sich von einem alten guten Freund zu trennen. Der Erfolg dieses Besuches war eine Einladung zu einer Studienreise durch die Vereinigten Staaten zur Besichtigung der dortigen angewandten entomologischen Einrichtungen und Organisation. Die Kosten der Reise wurden von Carnegie übernommen. Die Reise, die von Anfang bis zu Ende in Begleitung von Howard unternommen wurde und quer durch den ganzen Kontinent bis Californien, dann nach Süden bis Mexiko und New Orleans führte, gestaltete sich zu einem hohen Ereignis für Escherich, nicht nur in menschlicher Beziehung durch Anknüpfung vieler interessanter Bekanntschaften und durch die immer enger werdende Freundschaft mit Howard, sondern auch in wissenschaftlicher und organisatorischer Hinsicht. Das Geschaute, Erfühlte und Erlebte legte er in seiner bekannten Reformschrift „Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten" nieder (Berlin, P. Parey, 1913). Sie schlug wie eine Bombe in Deutschland ein und wurde der Ausgangspunkt einer überaus kraftvollen Bewegung, die Deutschland in kurzer Zeit an die erste Stelle in Europa brachte. Die begeisterten Zustimmungen, die von allen Seiten dem Buche zuteil wurden, überraschten niemanden mehr als Escherich selbst, wie er in seiner Ansprache am internationalen Entomologenkongreß in Zürich (1925) bekannte; und der Optimismus, der seine Ausführungen durchflutet, wurde durch die Entwicklung, die die angewandte Entomologie in der Folgezeit genommen hat, noch weit übertroffen. Der Aufruf zur Gründung

einer deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie wurde noch im gleichen Jahr des Erscheinens des Buches verwirklicht; es wurde die Zeitschrift für angewandte Entomologie gegründet, und siehe da, überall rührten sich Kräfte in Deutschland, so daß die Sorge, nicht genügend Material für die Zeitschrift zu erhalten, völlig unbegründet war. Die Zeit war reif für ein Wiedererwachen des angewandt-entomologischen Interesses, das so lange völlig erlahmt war, nachdem um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts in Deutschland die festen Grundlagen für die angewandte Entomologie geschaffen worden waren (Ratzeburg). Wenn Reh, der schon vor Escherich sich alle Mühe gab die angewandt-entomologische Wissenschaft in Deutschland wieder auf die frühere Höhe zu bringen, nur geringeren Erfolg hatte, so lag dies an den äußeren Umständen: Die Zeit war nicht reif dazu. —

Escherichs literarische und wissenschaftliche Tätigkeit galt von nun an ganz der angewandten Entomologie. Überall tritt in seinen angewandt-entomologischen Arbeiten das Bestreben hervor, die großen Zusammenhänge zu suchen und zu erfassen. Schon in seiner Antrittsrede, die er bei Übernahme der Tharandter Professur (1908) hielt („Die elementare Macht der Fortpflanzung"), entwickelte er ein umfangreiches Programm der zukünftigen Aufgaben der Forstentomologie. Nicht in Kleinigkeiten sich verlieren, nicht Borkenkäfersammler sein, sondern kausal-analytische Forschung treiben, das war sein Leitmotiv vom ersten Tag seiner Tharandter Zeit an. „Forstentomologie ist Waldhygiene und muß auch nach den Grundsätzen der hygienischen Wissenschaft betrieben werden", hat er immer wieder betont.

In die Tharandter Zeit fallen auch seine gemeinsam mit dem Japaner Mijajima unternommenen Forschungen über die Polyederkrankheit der Nonne, durch welche der damalige Stand unseres Wissens in dieser Frage wesentlich verbessert wurde und deren Ergebnisse eine gute Grundlage für die weitere Forschung (Komárek und Breindl, Prell und Zwölfer) gaben.

Als Abschluß der Tharandter Periode erschien der I. Band der Forstinsekten Mitteleuropas (1914), der überall als die beste Einführung in die Insektenkunde anerkannt wurde. Auch heute besitzen wir kein deutschsprachiges Buch, das Escherichs I. Band in dieser Beziehung übertrifft.

Es kam der Krieg. Escherich war inzwischen nach einem einsemestrigen Aufenthalt in Karlsruhe nach München übergesiedelt. Er widmete sich hier vorerst Problemen, die durch den Krieg in den Vordergrund traten: So gab er den Anstoß, die Blausäuremethode, die er in den U. S. A. kennengelernt hatte, in Deutschland einzuführen; bekanntlich wurde dieselbe dann durch Haber und seine Mitarbeiter zu einer großen Organisation ausgebaut. Er richtete ferner seine ganzen Kräfte darauf, die Öffentlichkeit auf die immer dringender werdende Notwendig-

keit großzügiger angewandt-entomologischer Forschung und Organisation aufmerksam zu machen. Zahlreich sind seine diesem Ziele gewidmeten Vorträge und Veröffentlichungen in wissenschaftlichen und populären Zeitschriften und Tagesblättern. Manche unerwartete Freude wurde ihm dabei zuteil; so erhielt er auf einen Artikel („Waldkrankheiten") in einer großen Süddeutschen Zeitung das Angebot einer Münchener Holzfirma, für eine Stiftung von 25 000 Rm. für Forschungen über Forstschädlinge. Er erließ einen Aufruf zur Gründung eines großen Forschungsinstitutes für angewandte Zoologie und hatte den Erfolg, in mehreren Monaten ca. 500 000 Goldmark zu diesem Zweck zusammenzubringen. So waren die ersten Jahre der Münchener Zeit mit aufreibender propagandistischer und organisatorischer Arbeit, die auch dem Ausbau der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie galt, deren Vorsitzender er (mit einer nur zweijährigen Unterbrechung) vom Jahr der Gründung (1913) bis heute geblieben ist, in Anspruch genommen. Daneben fand er aber immer noch Zeit zu wissenschaftlichen Untersuchungen, wie z. B. über das wichtige Problem der Generation des großen braunen Rüsselkäfers, ferner über die Streufauna der verschiedenen Waldtypen als Teilproblem der Waldbiocoenose usw.

Ein mehrwöchentlicher Aufenthalt im Urwald von Bialowies, dessen wirtschaftliche Erschließung seinem Bruder, dem schon erwähnten Forstrat G. Escherich, übertragen worden war, gab ihm Gelegenheit die Wirkung des Urwaldes auf das Leben und die Vermehrung der Forstinsekten zu studieren. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen legte er in einer längeren Arbeit „Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowies" (1917) nieder, die von der Kritik mit Recht als „Kabinettstück" forstentomologischer Betrachtung bezeichnet wurde.

Als in den Jahren 1918 bis 20 der Kampf um die vom Reich geplanten Einschränkungen der Verwendung des Arsens im Pflanzenschutz geführt wurde, stand Escherich mit Stellwaag, von Bassermann-Jordan u. a. in der vorderen Reihe. Bekanntlich hat diese Aktion mit einem vollen Erfolg geendet.

Im Jahre 1923 erschien der II. Band der Forstinsekten, der die Käfer behandelt — ein Band von 660 Seiten mit 335 Abbildungen, in dem ein ungeheures Material kritisch und übersichtlich verarbeitet ist, und der auch in Bezug auf Vollständigkeit nicht zu übertreffen sein dürfte. Es wird kaum eine Frage geben über forstliche Coleopteren, über die der Wissenschaftler wie der Praktiker nicht Aufschluß darin finden werden. Besonders hervorzuheben ist die Darstellung der Borkenkäfer, die beinahe 200 Seiten einnimmt und die einer monographischen Darstellung gleichkommt. Die Kritiken des II. Bandes fielen dementsprechend auch von allen Seiten rückhaltslos anerkennend aus.

In das Jahr 1924 fällt die zusammen mit Stellwaag unternommene Gründung des Anzeigers für Schädlingskunde, mit dem Ziel, einen engeren

Zusammenhalt der Mitglieder der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie herbeizuführen und die Fragen der wissenschaftlichen Schädlingsbekämpfung allgemein bekannt zu machen. Dadurch stieg die Zahl der Mitglieder weit über das Doppelte. Ganz besonders viele ausländische Gelehrte haben sich der Gesellschaft zugewandt, so daß sie weit über Deutschlands Grenzen hinaus Geltung gewann.

Vom Jahre 1924 ab sehen wir Escherich in vorderster Reihe bei der Einführung des Flugzeuges zur Bekämpfung der Forstschädlinge.[1]) Die riesige Eulenkalamität in Norddeutschland, die sich über ca. 500000 ha erstreckte, forderte gebieterisch neue Wege des Großkampfes einzuschlagen. Ihm und seinen Mitarbeitern verdanken wir die ersten eingehenden Untersuchungen über die Wirkung der Flugzeugbestäubung (siehe seine grundlegende Arbeit „Die Flugzeugbestäubung des Kiefernspanners im bayerischen Forstamt Ensdorf", 1926, ferner Kalandadze, „Die Wirkung der Arsenpräparate auf die wichtigsten Forstschädlinge", 1927) und bis heute stellen die Weiterarbeiten auf diesem Gebiete einen ständigen Bestandteil des Arbeitsprogrammes seines Institutes dar. Erst vor kurzem (im Juni dieses Jahres) konnte er die großen Erfolge eines Großkampfes (mit 6 Flugzeugen und ca. 12 Motorverstäubern) gegen die Eule in Bayern miterleben. Im Jahre 1929 faßte er alle seine und von anderer Seite gemachten Erfahrungen in einer größeren Flugschrift („Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge") zusammen, die für jeden, der mit der neuen Methode zu tun hat, unentbehrlich ist.

Das Frühjahr 1926 brachte eine kleine Abwechslung in Escherichs Forschung. Eine mehrmonatige Reise nach Brasilien brachte ihn wieder mit seinen geliebten Ameisen in Berührung, diesmal aber mehr von der angewandten Seite. Er widmete sich dort vor allem den Blattschneiderameisen, die eine der größten Geißeln der südamerikanischen Landwirtschaft darstellen — worüber er mehrere Arbeiten veröffentlichte (Brasilianische Skizzen, 1926).

Im Sommer 1925 sehen wir ihn auf dem internationalen Entomologenkongreß in Zürich, wo er ein zusammenfassendes Referat über „Die Entwicklung der angewandten Entomologie in Deutschland" hält. Mit berechtigter Genugtuung konnte er da auf die großen Fortschritte, die Deutschland in den letzten 15 Jahren gemacht hat, hinweisen und seine Ausführungen mit folgenden Worten schließen: „So pulsiert heute in Deutschland auf allen Gebieten der angewandten Entomologie frisches, kraftvolles Leben und ihre Entwicklung ist in vollem Zuge.

[1]) Wenn auch der deutsche Oberförster Zimmermann schon im Jahre 1913 sich ein Patent auf die Methode von einem Luftschiff oder Flugzeug aus Insektengifte auf die Wälder zu bringen, geben ließ, so konnte diese Idee damals mangels der geeigneten staubförmigen Mittel nicht verwirklicht werden. So geriet das Zimmermannsche Patent in Vergessenheit. Nach dem Kriege haben dann die Amerikaner die ersten Versuche mit der Flugzeugbekämpfung gemacht und zwar mit immer steigendem Erfolg. Die erste deutsche Veröffentlichung darüber erschien in der Zeitschr. f. ang. Entomologie.

Jedenfalls glaube ich Ihnen gezeigt zu haben, daß die deutsche angewandte Entomologie heute mit allen Kräften bemüht ist, Seite an Seite mit den entomologischen Einrichtungen der anderen Länder den Kampf gegen die vielen schädlichen Insekten, die in der ganzen Welt ihr Zerstörungswerk treiben, aufzunehmen und durchzuführen."

Im Sommer 1927 erging an Escherich die Einladung auf der Naturforscherversammlung in Düsseldorf einen der allgemeinen Vorträge zu übernehmen. Er wählte das Thema „Neuzeitliche Schädlingsbekämpfung" (ist auch als Broschüre erschienen). In kurzer konzentrierter Rede stellte er die hohe wirtschaftliche Bedeutung der Schädlinge, die Zusammenhänge zwischen Biocönose und Gradation, die bisher gebräuchlichen Methoden und die Forderung weiterer Ausgestaltung der Schädlingsforschung dar. Er sprach dabei mit soviel Leben und Begeisterung, daß die tausendköpfige Zuhörerschaft mit brausendem Beifall dankte.

Im Jahre 1929 beginnt Escherich seine Jahresberichte über die Forstschädlinge in Bayern herauszugeben, von denen bisher zwei (für die Jahre 1927 und 28) erschienen sind und die eine Menge kleinerer interessanter Beobachtungen enthalten.

Mit steigendem Interesse verfolgt Escherich seit der Mitte der Zwanziger Jahre die physiologischen und epidemiologischen Forschungen Bluncks, Bodenheimers, Bremers, Janischs, Martinis, Stellwaags und anderer. Er kommt immer mehr zu der Überzeugung, daß damit ein Weg beschritten ist, der uns zur Erkenntnis der Ursachen der Insektengradationen führt und daß auch die Forstentomologie diesen Weg gehen müsse. In seiner bekannten Programmschrift „Das neue Gesicht der Forstentomologie" umreißt er die Hauptlinien der epidemiologischen Forschungsrichtung und ruft mit jugendlicher Begeisterung die junge Generation zur Arbeit auf diesem Gebiet auf. „Probleme über Probleme", schreibt er da, am Schluß der Schrift „türmen sich vor unseren Blicken auf. Alles ist noch im Fluß! Ein unendlich weites fruchtbares Feld für die Forschertätigkeit liegt vor der jungen Generation ausgebreitet da. Möge sie, die Zeichen der Zeit verstehend, sich nicht in Kleinigkeiten verlieren, sondern mit frischem Sinn und Begeisterung an die Erforschung der großen epidemiologischen Probleme gehen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden dann weit über ihr eigenes Gebiet hinauswirken und der Forstentomologie endlich volle Gleichberechtigung mit anderen Naturwissenschaften geben. Doch auch die Praxis wird ihre großen Vorteile davon haben, denn kennen wir einmal die Ursachen der Kalamitäten, und sind wir imstande mit einiger Sicherheit ihren Verlauf vorauszusagen, so ist schon viel gewonnen. Man möge nicht einwenden, daß, falls sie Ursachen in der Hauptsache klimatischer Natur seien, die Praxis dem machtlos gegenüberstehe. Denn der Praktiker hat es sehr wohl in der Hand, durch waldbauliche Maßnahmen auch das Mikroklima wesentlich zu beeinflussen."

Wir schließen unsere Betrachtung über Escherichs wissenschaftliche und organisatorische Tätigkeit mit dem Hinweis auf den III. Band seiner Forstinsekten, der in diesem Jahr erschienen ist und die Krönung seiner Arbeit darstellt. Dieses Werk geht über den Rahmen seiner bisherigen Arbeiten weit hinaus. Es gehört mit zu dem besten, was die Weltliteratur auf angewandt-entomologischem Gebiet hervorgebracht hat. Im III. Band ist alles verwirklicht, was Escherich in den einleitenden Worten seines Vorwortes sagt: „Die Bearbeitung des III. Bandes fiel in eine Zeit größter Wandlungen in unserer Wissenschaft und Praxis (1923—1930). Unsere Wissenschaft ist heute kausal-analytisch eingestellt und steht unter dem Zeichen der epidemiologischen Forschung. Waren vordem die einfache Beobachtung und Beschreibung der Formen und Einzelerscheinungen die Hauptgrundlagen der Forstentomologie, so werden sie heute gebildet durch das physiologische Experiment im Laboratorium und die Erforschung der Wellenbewegungen der Gesamtbiocönose (in freier Natur) und ihrer ursächlichen Bedingtheit. Hat man vordem mit unbestimmten Begriffen und mehr oder weniger subjektiv gefärbten Meinungen operiert, so arbeitet man heute mit scharfen und klaren Definitionen und sucht unter Heranziehung großen Zahlenmaterials Gesetzmäßigkeiten der epidemiologischen Erscheinungen zu entdecken. In der kurzen Zeit seit Bestehen dieser Richtung sind schon sehr erfreuliche Fortschritte erzielt worden, die nicht nur für die Theorie, sondern auch für die Praxis von größter Bedeutung sind und zu hohen Hoffnungen für die Zukunft berechtigen.“ „Diese Umstellung des Geistes bedeutet ein Heranreifen der angewandten Entomologie zur großen Wissenschaft vom Range der Chemie und Physik, deren Ergebnisse weit über das eigene Gebiet hinaus allgemeines Interesse finden werden.“

Kurzer äußerer Lebenslauf.

Geboren 18. September 1871 als Sohn des Großindustriellen Hermann Escherich und seiner Frau K. E. geb. von Stengel in Schwandorf. Dort seine erste Erziehung von einem Hauslehrer. Dann 1880—1888 am Gymnasium in Regensburg, wo er mit den Microlepidopterologen Otmar Hofmann und Anton Schmid bekannt wurde, die ihn in die Entomologie einführen. Dann Medizinstudium in München und Würzburg. Dort studierte er auch nebenbei Zoologie bei Semper und Boveri. Das medizinische Staatsexamen 1893. Dann Einjährig-Freiwilliger im 1. Schweren Reiterregiment. Dann Zoologiestudium in München (bei Hertwig) und Leipzig (bei Leukart), hier 1896 den Dr. phil. 1897 Assistent bei Nüßlin am zoologischen Institut in Karlsruhe.

1898 Privatdozent dortselbst. 1899—1900 arbeitet er bei Bütschli in Heidelberg. 1900 Privatdozent in Rostock. 1901—1907 Privatdozent in Straßburg. 1901 Verheiratung mit der Tochter des Bremer Reeders Vinnen. 1907—1914 Professor an der Forstlichen Hochschule Tharandt, April 1914 Berufung als Nachfolger Nüßlins an die Technische Hochschule Karlsruhe, Herbst 1914 Berufung als ord. Professor für angewandte Zoologie an die Universität München.

Von seinen größeren Reisen seien erwähnt:

1892 Sizilien und Insel Linosa.
1893 Tunis und Insel Dschebado.
1894 Kleinasien (Angora, Kizil-Irmak).
1896 Zweite Reise nach Kleinasien (Akshehir, Konia, Durchquerung der Steppe zum großen Salzsee).
1898 Algier (Tlemcen).
1902 Algier (Biskra).
1906 Abessinien (Erythrea) und Ägypten.
1910 Ceylon.
1912 Rundreise durch die Vereinigten Staaten von Nordamerika (mit L. O. Howard).
1913 Tunis.
1926 Brasilien.
1929 Palästina, Kleinasien.
1930 Tripolitanien.

Veröffentlichungen.

1. Über einige europäische *Meloë*-Arten. Wiener Ent. Zeitg., VII. Jahrg., 1888.
2. Beschreibung einer neuen deutschen *Meloë*-Art und mehrerer Varietäten. Ebenda, VIII. Jahrg., 1889.
3. Zwei neue *Meloë*-Arten aus Syrien und Armenien. Ebenda.
4. Kritik der zwei *Meloë*-Arten: *autumnalis* Oliv. und *hiemalis* Gredl. Ebenda.
5. *Meloë Reitteri*, eine neue russische *Meloë*-Art. Ebenda.
6. Nachträge u. Berichtigungen zum Catalogus Coleopterorum von Gemminger u. Harold, betreffend die Gattung *Meloë*. Dtsch. Ent. Zeitschr., Berlin 1889.
7. Revision der behaarten *Meloë*-Arten der alten Welt. Wiener Ent. Zeitg., IX. Jahrg. 1890.
8. *Meloiden*-Studien. Ebenda.
9. Bemerkungen über *Meloë algiricus* nov. spec. aus Algier. Dtsch. Ent. Zeitschr., Berlin 1890.
10. *Cochliophorus* nov. gen. *Meloidarum*. Ebenda 1891.
11. *Meloiden*-Studien. II. Wiener Ent. Zeitg., X. Jahrg., 1891.
12. Die paläarktischen Vertreter der Coleopteren-Gattung „*Zonitis*" Fab. Dtsch. Ent. Zeitg., 1891.
13. Die biologische Bedeutung der „Genitalanhänge" der Insekten. Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1892.
14. Über die Gesetzmäßigkeit im Abändern der Zeichnung bei Insekten. Dtsch. Ent. Zeitg., 1892.

15. *Meloiden*-Studien III. Wiener Ent. Zeitg., XI. Jahrg., 1892.
16. Aus dem Leben der Pillendreher. „Die Natur" 1892.
17. Exkursion auf die Insel Linosa. Il Naturalista Siciliano. 1892.
18. Über *Trichodes sipylus* L. Wiener Ent. Zeit., XI. Jahrg., 1892.
19. Studien über die Cleriden-Gattung *Trichodes* Hbst. Ebenda.
20. Zur Kenntnis der Coleopterengattung *Trichodes* Hbst. Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1893.
21. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Lucaniden und Scarabaeiden. Wiener Ent. Zeitg., XII. Jahrg., 1893.
22. Vorläufige Erwiderung auf Verhoeffs Kritik über meine Arbeit „Dio biologische Bedeutung der Genitalanhänge der Insekten". Entomologische Nachrichten, Berlin 1893.
23. Beiträge zur Naturgeschichte der Meloidengattung *Lytta* Fab. Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1894.
24. Anatomische Studien über das männliche Genitalsystem der Coleopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LVII, 1894.
25. Zwei Fälle von Anpassung. Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1894.
26. Bemerkungen über Verhoeffs „primäre" und „sekundäre Sexualcharaktere" der Insekten. Entom. Nachrichten, Berlin 1894.
27. Zur Kenntnis der Avifauna Central-Kleinasiens. Zool. Anz., 1895. Zusammen mit Dr. Kathariner.
28. Beitrag zur Biologie der Landschildkröten. Biol. Centr. Bl., Bd. XV, 1895. Zusammen mit Dr. Kathariner.
29. Revision der Meloiden-Gattung *Lydus* Latr. Dtsch. Ent. Zeitschr., 1896.
30. Meloiden-Studien IV. Wiener Ent. Zeitg., XV. Jahrg., 1896.
31. Zur Kenntnis der Gattung *Caloenas* Reitt. Wiener Ent. Zeitg., XV. Jahrg., 1896.
32. Über einen überzähligen, fühlerförmigen Anhang bei *Dilophus tibialis* Loew, Entom. Nachrichten, 1896.
33. Über die Brauchbarkeit des Formols zur Konservierung von Insekten. Ebenda.
34. Beitrag zur Fauna der tunisischen Insel Djerba. Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1896.
35. Zoologische Ergebnisse einer von Dr. K. Escherisch und Dr. L. Kathariner nach Central-Kleinasien unternommenen Reise. IV. Teil. Coleopteren. Stett. entom. Zeit., 1897.
36. Beitrag zur Hemipterenfauna Kleinasiens. Entom. Nachrichten, Berlin 1897.
37. Zoologische Reiseskizzen aus Kleinasien. Frankfurt.
38. Bestimmungstabelle der deutschen forstschädlichen Borkenkäfer zum praktischen Gebrauch für Forstleute. Forstl. naturwiss. Zeitschr., 1897.
39. Über einige Ameisengäste. Entom. Nachrichten, Berlin 1897.
40. Bestimmungstabelle der europäischen Coleopteren. *Meloidae*. II. Zonitid, XXXV. Bd. d. Verhdlg. naturforsch. Ver., Brünn 1897.
41. Zur Kenntnis der Myrmekophilen Kleinasiens. I. Coleopteren. Wiener Ent. Zeitg., XVI. Jahrg., 1897.
42. Beitrag zur Morphologie u. Systematik der Coleopteren-Familie der Rhysodiden. Ebenda XVII. Jahrg., 1898.
43. Bemerkungen zu den vorstehenden Auslassungen Verhoeffs. Ebenda.
44. Zur Anatomie u. Biologie von *Paussus turcicus* Friv. Zool. Jahrb., XII. Bd., Jena. 1898.
45. Zur Biologie von *Thorictus Foreli* Wasm. Zool. Anz., Bd. XXI, 1898.
46. Zur Kenntnis der Coleopteren-Gattung *Zonabris* Harold. Wiener Ent. Zeitg., XVIII. Jahrg., 1899.
47. Ameisen-Psychologie. Beilage z. Allgemeinen Zeitg., 1899.
48. Zur Naturgeschichte von *Paussus Favieri* Fairm. Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1899.

49. Über die Bildung der Keimblätter bei den Insekten. Sitzgsber. naturforsch. Ges., Rostock 1900.
50. Über die Keimblätterblidung bei den Musciden. Nova Acta (Leopoldina), Halle 1900.
51. Über das regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen in dem Darmepithel eines Käfers. Biol. Centrbl. 1900, Bd. XX.
52. Das Insekten-Entoderm. Ebenda 1901, Bd. XXI.
53. Über den sog. „Mittelstrang" der Insekten. Ebenda 1902, Bd. XXII.
54. Zur Entwicklung des Nervensystems der Musciden, mit besonderer Berücksichtigung des sog. Mittelstranges. Zeitschr. f. wiss. Zool. LXXI., 4, 1902.
55. Zur Biologie der nordafrikanischen *Myrmecocystus*-Arten (Formiciden). Allgem. Zeitschr. f. Entom., Bd. 7, 1902.
56. Biologische Studien über algerische Myrmekophilen. Biol. Centrbl. Bd. XXII, 1902.
57. Ein Jesuitenpater als Anhänger der Abstammungslehre. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1902, Nr. 136.
58. Beiträge zur Kenntnis der Thysanuren. I. Reihe. Zool. Anz., Bd. XXVI, 1903.
59. Anatolische Landwirtschaft. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1903.
60. Über eine Galle an der Weißtanne (*Abies pectinata*). Allgem. Zeitsch. f. Entom. Bd. 8. 1903.
61. Über die Gäste der Ameisen. Mitt. d. Philomathischen Ges. Elsaß-Lothringen 1902.
62. Leonhard Baldners, „Vogel-, Fisch- u. Tierbuch" aus dem Jahre 1666. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1904.
63. Neue paläarktische Meloiden aus der F. Hauser'chen Sammlung. Münchener Koleopt. Zeitschr., Bd. II, 1904.
64. Das System der Lepismatiden. Zoologica, Heft 42. Stuttgart. Erwin Nägeli, 1904.
65. Kirchliche Abstammungslehre. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1905, Nr. 34 u. 35.
66. Die Reptilien von Elsaß-Lothringen. Mitt. Philomath. Ges. Elsaß-Lothringen, Bd. III, 1905.
67. Beiträge zur Kenntnis der elsässischen Ameisenfauna. Ebenda 1906.
68. Beiträge zur Kenntnis der Thysanuren. II. Reihe. Zool. Anz, Bd. XXX. 1906.
69. Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906.
70. Ameisensklaverei. Aus d. Natur. 1907.
71. Neue Beobachtungen über *Paussus* in Erythrea. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol., Bd. III, 1907.
72. Die elementare Macht der Fortpflanzung. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1908.
73. Eine Ferienreise nach Erythrea. Verlag Quelle u. Meyer, Leipzig 1908.
74. Nochmals: Die Theorie der Ameisenpflanzen — ein Irrtum der Biologie. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1908.
75. Neues vom Maikäfer. Naturwiss. Zeitsch. f. Forst-. u. Landw. 1908.
76. Tharandter Zoologische Miscellen. I. Reihe (mit W. Baer). Ebenda.
77. Aus dem Leben der Termiten oder „weißen Ameisen". Leipzig, Ill. Zeit. 1.
78. Die Ameise und ihre Lebensweise. Ebenda.
79. Tharandter Zoologische Miscellen. II. Reihe (mit W. Baer). Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1909.
80. Referat über Wasmann, Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Journ. Psychologie u. Neurologie 1909.
81. Die myrmekologische Literatur von Januar 1906 bis Juni 1909. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol., Bd. V, 1909.
82. Tharandter Zoologische Miscellen. III. Reihe (mit W. Baer). Naturw. Zeit. f. Forst- u. Landw. 1910.
83. Termitenschaden. Thar. forstl. Jahrb., Bd. 61, 1910.
84. Zwei Beiträge zum Kapitel „Ameisen u. Pflanzen". Biol. Centr. Bl., Bd. XXXI, 1911.
85. Die Termiten oder weißen Ameisen. Leipzig, Dr. Werner Klinkhardt, 1911.

86. Tote Nonneneier. Nat. Zeit. f. Forst- u. Landw. 1911.
87. Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne. Ebenda.
88. Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne (Selbstreferat). Biol. Centrbl., Bd. XXXII, 1912.
89. Ein Vorschlag zur Hebung der Forstentomologie. Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 1912.
90. Nonnenprobleme. Ebenda.
91. Bemerkungen zu den vorstehenden Ausführungen des Herrn Oberforstmeister Krutzsch. Ebenda 1913.
92. Neues über Polyederkrankheiten. Ebenda 1913.
93. Tharandter Zoologische Miscellen. IV. Reihe (mit W. Baer). Ebenda.
94. Fortschritte der Leimtechnik. Thar. forstl. Jahrb., Bd. 64, 1913.
95. Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Eine Einführung in die biologische Bekämpfungsmethode. Berlin, Paul Parey, 1913.
96. Insekten. Aus dem Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. V, Verlag Gust. Fischer, Jena 1913.
97. Der gegenwärtige Stand der angewandten Entomologie, und Vorschläge zu deren Verbesserung. Verhdlg. Dtsch. Zool. Ges. auf d. 23. Jahresvers., Bremen 1913.
98. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Band I. Berlin, Paul Parey, 1914.
99. Über die Ziele und Aufgaben der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie". Zeitschr. f. ang. Entom., Bd. I, 1914.
100. Otto Nüßlin, Nekrolog. Forstwiss. Centrbl. 1915.
101. Otto Nüßlin, Nekrolog. Zeitsch. f. ang. Entom. 1915.
102. Prof. L. Rhumblers Vorschläge zur Reform der deutschen Forstentomologie. Zeitschr. f. ang. Entom. 1915.
103. Kleine Mitteilungen. Zeitschr. f. ang. Entom. 1915.
104. Die Bedeutung der „Angewandten Entomologie" für unser Kultur- und Wirtschaftsleben. „Monatshefte", Bd. VIII, 1915.
105. Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz). Flugschriften der deutschen Gesellschaft f. ang. Entom. Nr. 3. Berlin, Paul Parey, 1916.
106. Blausäure als Entlausungsmittel. Zeitschr. f. ang. Entom. 1916.
107. Verschiedenes: Zum 70. Geburtstag von Edmund Reitter. Prof. Dr Lucas v. Heyden, Nekrolog. Theodor Boveri, Nekrolog. Forstmeister Theodor Grohmann †. Otto Maas †. Max Lühe †. Zeitschr. f. ang. Entom. 1916.
108. Waldkrankheiten. Münch. Neuest. Nachr. 1916 (25. Febr.).
109. *Clytus arcuatus* L. (Cerambycide) als schlimmer technischer Eichenschädling. Naturwiss. Zeitschr., Forst- u. Landw., 14. Jahrg. 1916.
110. Eine *Clytus*-Kalamität in der Pfalz. Zeitschr. f. ang. Entom. 1916.
111. Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowies. Berlin, Paul Parey, 1917.
112. Der Krieg und die Insektenkunde. Entom. Zeitschr., Bd. XXXI, Frankfurt a. M. 1917.
113. Das Frostspannerproblem. Zeitschr. f. ang. Entom. 1917.
114. Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. 2. Aufl. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1917.
115. Organisation der Schädlingsbekämpfung. 1918.
116. Über das Tannensterben. Zeitschr. f. ang. Entom. 1919.
117. Die Bekämpfung schädlicher Insekten, eine volkshygienische u. volkswirtschaftliche Notwendigkeit. Frankfurt a. M., Verlag Werner & Winter, 1919.
118. Angewandte Entomologie. „Aus der Natur". XVII. Jahrg. 1920.
119. Die Generation des großen braunen Rüsselkäfers (*Hylobius abietis*). Forstwiss. Centrbl. 1920.
120. Angewandte Entomologie und Phytopathologie. Zeitschr. f. ang. Entom. 1921.

121. Über die Fortschritte der angewandten Entomologie in den letzten drei Jahren. Verhdlg. Dtsch. Ges. f. ang. Entom. auf d. 3. Mitgliederversamml., Eisenach 1921.
122. Die Stellung der angewandten Entomologie im Pflanzenschutz. Verhdl. Dtsch. Ges. f. ang. Entom. auf d. 3. Mitgliederversamml., Eisenach 1921.
123. Die Streufauna. Forstwiss. Centrbl. 1922.
124. Parasitenwirkung und biologische Bekämpfung. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. 1922, LIV. Jahrg.
125. Zur Biologie einiger exotischer (südafrikanischer) Buprestiden. Zeitschr. f. ang. Entom., Bd. XI, 1923.
126. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Band II. Berlin, Paul Parey, 1923.
127. Aufgaben der Forstentomologie. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924.
128. Flieger als Schädlingsbekämpfer. Münchener Neueste Nachr. 1924.
129. Noch einige Worte zur Nonnenbekämpfung. Forstl. Wochenschr. Silva 1924.
130. Zehn Jahre „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie. Verhdl. Dtsch. Ges. f. ang. Entom., Frankfurt a. M. 1924.
131. Die Forstentomologie in Schweden. Forstwiss. Centrbl. 1924.
132. Kieferneulenkatastrophe und Forstentomologie. Ber. über d. 23. Hauptvers. Dtsch. Forstvereins zu Bamberg 1924.
133. Streudüngung und Drahtwurmbefall. Forstwiss. Centrbl. 1924.
134. Gefahren der Waldstreu-Düngung. Dtsch. Landw. Presse, 51. Jahrg. 1924.
135. Mischwald und Insektenkatastrophen. D. Dtsch. Forstwirt, Bd. VII, 1925.
136. Das Flugzeug als Kampfmittel gegen Forstschädlinge. Kosmos 1925.
137. Die Entwicklung der angewandten Entomologie in Deutschland. Die Umschau, 1925.
138. Kainit gegen die Nonne. Zeitschr. f. ang. Entom. 1925.
139. Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet. Forstw. Centralbl. 1925.
140. Der graue Schildlausrüßler als mutmaßlicher Vertilger von Nonneneiern. Anz. f. Schädlingskunde, 1925.
141. Zur Frage der Nonnenbekämpfung durch künstliche Verbreitung der Polyeder-Krankheit. Ebenda.
142. „Kainit gegen Nonne." Ebenda.
143. Neues über die Kiefernnadelscheidengallmücke, *Thecodiplosis* (*Cecidomyia*) *brachyntera* Schwaegr. Ebenda.
144. Schäden durch die Eichenrindenminiermotte (*Gracilaria Simploniella* F. R.) in Ungarn. Ebenda.
145. Die Übertragung der Drahtwürmer durch Waldstreu. Ebenda.
146. Forstentomologische Grundlagen der Flugzeugbekämpfung. D. Dtsch. Forstwirt, 1926.
147. Kampf mit den Forstschädlingen. „Die Einkehr." 1926.
148. Die „Flugzeugbekämpfung" des Kiefernspanners im bayerischen Forstamt Ensdorf. Forstwiss. Centrbl. 1926.
149. Eröffnungsansprache auf der V. Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie zu Hamburg 1925. Verhdl. Dtsch. Ges. f. ang. Entom. 1926. Berlin, Paul Parey.
150. Die Entwicklung der angewandten Entomologie in Deutschland. III. Internat. Entom. Kongreß, Zürich 1925, Bd. II, Weimar 1926.
151. Die angewandte Entomologie in Brasilien. Anz. f. Schädlingskunde 1926.
152. Brasilianische Skizzen. Forstwiss. Centrbl. 1926.
153. Im Schlangengarten von Butantan. Berlin. Lokal-Anz. 1926.
154. Aufgaben und Forderungen der angewandten Entomologie. Anz. f. Schädlingskunde, 1926.
155. Die Bekämpfung des Kaffeeborkenkäfers im Staate Sao Paulo. Zeitschr. f. ang. Entom. 1927.
156. Neuzeitliche Bekämpfung tierischer Schädlinge. Berlin, Verlag Julius Springer, 1927.

157. Forstentomologische Fragen auf der Wiener Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie. Forstwiss. Centrbl. 1927.
158. Die Bekämpfung der Kiefernblattwespe (*Lophyrus pini* L.) im Schwetzinger Wald mit „Foresturmit". Forstwiss. Centrbl. 1927.
159. Schädlingsbekämpfung vom Flugzeug aus. Mitt. d. Dtsch. Landwirtschafts-Ges. 1927.
160. Otto Appel, Anz. f. Schädlingskunde, 1927.
161. Ein wenig bekannter Tannenschädling (*Otiorrhynchus scaber* L.). Forstwiss. Centrbl. 1928.
162. Über die Wirkung von verschiedenen Arsenpräparaten auf Forstschädlinge. Ebenda.
163. Der heutige Stand der Arsenbekämpfung der Forstschädlinge mittels Flugzeug. Ebenda.
164. Eine Laubheuschrecke (*Barbitistes constrictus* Br.) als Kiefernschädling. Zeitschr. f. ang. Entom. 1928.
165. Angewandte Zoologie. Münchener Neueste Nachr. Nr. 143, 1928.
166. Kampf der Forstwirtschaft gegen tierische Schädlinge. „Das Bayerland", Novemberheft, 1928.
167. Leland O. Howard. Anz. f. Schädlingskunde, 1928.
168. Flugzeug und Motorverstäuber im Dienste der Forstschädlingsbekämpfung. Dtsch. Forstzeitg. 1929.
169. Nach 15 Jahren. Eröffnungsansprache auf der VII. Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie zu München 1928. Berlin, Paul Parey, 1929.
170. Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. I. Bericht. Forstwiss. Centrbl. 1929.
171. Der Motorverstäuber im Dienste der Forstschädlingsbekämpfung. Ebenda.
172. Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge. Flugschriften der Dtsch. Ges. f. ang. Entom. Nr. 12, Berlin, Paul Parey, 1929.
173. Einige Notizen über die Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung der Blattschneiderameisen (*Atta*). Zool. Anz. (Wasmann-Festband) 1929.
174. Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. II. Bericht. Forstwiss. Centrbl. 1930.
175. Karl Eckstein, Zeitschr. f. ang. Entom. 1930.
176. Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstwiss. Centrbl. 1930.
177. Sterbender Wald. Die Tätigkeit der Kieferneule und ihre Bekämpfung. Münchener Neueste Nachr. 1930.
178. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Band III. Berlin, Paul Parey, 1931.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg.
Leiter: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Fülleborn.

Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen.

Von

E. Martini, Hamburg.

Zunächst: Epidemiologie oder Gradationslehre?

ἐπιδημια bezeichnet schon im Altgriechischen den Seuchenzug, also genau das, wofür heute dies Wort von der medizinischen Wissenschaft gestempelt ist. Eine „Epidemie“ ist also eine Häufung von Erkrankungen. Ein Parasit oder Schädling ist jedoch noch keine Erkrankung. Er kann eine solche verursachen, braucht es aber nicht. Es gibt viele Parasiten, die fast nie Erkrankungen verursachen. Borkenkäfer sind keine Epidemie. Erst wenn sie die Bäume krank machen, verursachen sie eine solche. Aber auch außerhalb ihrer eigentlichen Schadjahre sind sie in bestimmten, manchmal wechselnden Mengen vorhanden, deren quantitative Verhältnisse praktisches und wissenschaftliches Interesse haben. Viele Tiere und Pflanzen verursachen überhaupt keine Krankheit und ihr Massenwechsel daher auch keine Seuchenzüge (Epidemien). Für das Auf und Ab der Häufigkeit einer bestimmten Tierspezies, ihren „Massenwechsel“, hat man seit einiger Zeit den Ausdruck „Gradation“ benutzt. Er wird zweckmäßig belassen, da der Ausdruck Epidemie, wie gezeigt, anderweitig vergeben ist. Stellwaag, der ihn 1921 in sehr wertvollen Auseinandersetzungen über den Massenwechsel der Organismen eingeführt hat, will allerdings darunter „die Gesamtheit der Erscheinungen vom Beginn einer Individuen-Zunahme über den Höhepunkt einer Übervermehrung bis zum Abklingen verstanden“ wissen. Stellwaag betont an derselben Stelle ebenfalls, daß Gradation und Epidemie „außerordentlich viele verwandte Züge“ haben, daß aber doch erhebliche Unterschiede vorhanden sind. Vieles, glaube ich, konnte in der Entomologie als Epidemie und Epidemiologie nur bezeichnet werden infolge unzureichender Kenntnis des allgemeinen Sprachgebrauchs der Biologie, ein Fehler, der sich auch sonst gelegentlich in der Entomologie zeigt. Der Verschiebung des Wortes Epidemie von seinem bisherigen Begriff auf den anderen der Massenvermehrung eines Schädlings würden

nur eine Anzahl Scheinerrungenschaften folgen, olle Kamellen unter einer neuen Handelsmarke, ein schädlicher Vorgang, den man in den verschiedensten Zweigen der Wissenschaft heute immer wieder bemerkt.

Die Notwendigkeit, Epidemiologie und Gradationslehre zu unterscheiden, ergibt sich praktisch ohne weiteres aus den unberechtigten Schlüssen auf die wesentlichen Ursachen der Massenvermehrung von Schädlingen, welche die praktischen Entomologen ziehen, wenn sie das Klima immer wieder in den Vordergrund stellen. Wo Baumwolle sporadisch wachsen würde, würde die Eule schwerlich zu Massenvermehrung kommen, *Deilephila celerio* würde, wo kein Weinbau ist, selten sein oder fehlen. Der praktische Entomologe sagt selbstverständlich: „Welche Dummheit! Da interessieren sie uns ja auch gar nicht. Sie interessieren uns doch nur, wo Baumwoll-, wo Weinbau ist, und auch aus ökonomischen Gründen weiter getrieben werden soll."

Aber die Gradationslehre fragt, warum ist in irgend einer Gegend oder in irgend einem Jahr ein Tier häufig[1]), und in einer andern Zeit oder einer anderen Gegend selten. Darauf antwortet in vielen Fällen als erster wesentlichster Punkt das Vorkommen der Nährpflanzen oder des Nährtieres und erst in zweiter Linie der Einfluß des Klimas.

Die scheinbare Pedanterie der Unterscheidung zwischen Epidemie eines Insektenschadens und der Gradation des Schadinsektes zeigt sich hier also schon notwendig eine bereits eingerissene bedenkliche wissenschaftliche Einseitigkeit zu beseitigen.

Die Gradation des Erregers ist eine der Ursachen einer Epidemie, Epidemiologie muß also auf der Gradationslehre aufbauen Daß sie das nicht tut, ist die Ursache der Stagnation der medizinischen Epidemiologie. Eine zweite wichtige Ursache jeder Epidemie aber ist das Maß der Empfindlichkeit des geschädigten Organismus gegen den Schädling.[2]) Erst beides zusammen macht die wesentlichsten Grundlagen der Epidemiologie aus.

Massenwechsel, Gradation, ist also Änderung der Häufigkeit eines Organismus. Besser als den üblichen Ausdruck Häufigkeit benutzt man einen anderen Ausdruck, der ganz präzise definiert werden kann: Die „Dichte" als Bezeichnung für die Zahl der Individuen der betrachteten Spezies bezogen auf eine Flächeneinheit. Die Dichte wechselt nun nicht nur mit der Zeit, sondern auch von Ort zu Ort. Ja, sie wird vielfach gleich 0. Das heißt es gibt Gebiete, wo ein Organismus, im Spezialfall ein Schädling und seine Schadwirkung vorkommt, und solche, wo sie fehlen. Aber auch diese Grenzen sind nicht fest, sondern wechseln mit den Jahren. Für solchen Wechsel verwendet man zweckmäßig das der Geologie entlehnte Wort „Transgression", das dort für die Aus-

[1]) Nicht „ein Schaden häufig".

[2]) Besser gegen eine Einwirkung. Denn man spricht auch von Epidemien bei nicht parasitär bedingten Krankheiten.

breitung von Meeren über bisheriges Festland verwendet wird, und man bezeichnet dann das Vordringen eines Organismus als positive Transgression, sein Zurückweichen als negative. Die geographische Seite des Nebeneinander von Schadgebieten und schadfreien ist das zweite mit dem Problem des Nacheinander sich unausgesetzt verflechtende Problem der Epidemiologie, das leider von mehreren Entomologen bei ihren Untersuchungen über die kausale Epidemiologie nicht ausreichend beachtet ist. Wenn zwischen Gradation und Transgression geschieden wird, wird der Vorteil erreicht, daß die Auffassung solcher Entomologen für die „Gradationslehre", d. h. das reine zeitliche Nacheinander auf dem gleichen Platz ihre volle Gültigkeit erhält.

Als Gradation bezeichnet die Rhetorik Steigerung sowohl nach der Seite des Größeren wie nach der des Kleineren. Auch sie kann also positiv und negativ sein. In der Biozönotik wird Gradation meist nur im positiven Sinn gebraucht. Bei Stellwaag bedeutet sie eine Periode des Massenwechsels von Tiefstand über Gipfel zu Tiefstand. Immerhin ist es bequem der Rhetorik zu folgen und dann auch noch die beiden zugehörigen Begriffe „Klimax" für Steigerung zum Größeren und „Antiklimax" für Steigerung zum Kleineren zu entlehnen. Zunahme der Dichte einer Spezies ist also Klimax, Abnahme Antiklimax. Man könnte für die Zunahme allein auch Stellwaags Ausdruck „Accrescenz" und dementsprechend die abnehmende Bewegung als „Decrescenz" bezeichnen. Als deutsche Bilder könnten wir die Worte „Ebbe", „Flut" und von ihnen abgeleitete Worte gut verwenden.

„Maximum" und „Minimum" sind ja bekannte Bezeichnungen, streng genommen nur für bestimmte Augenblicke bezw. Punkte in der Massenwechselkurve. Als etwas weitere Begriffe kann man die Worte „Hochstand" und „Tiefstand" einer Spezies bezw. einer Dichte derselben oder einer von ihr hervorgerufenen Epidemie-Bewegung verwenden. „Wellenhöhe" (Amplitude) bezeichnet den Unterschied zwischen der Dichte im Minimum und im Maximum. Die Einzelbewegung von einem Minimum bis zum nächsten können wir als eine Welle oder Periode bezeichnen. An einer solchen Welle finden sich noch zwei sehr wichtige Punkte, auf die später noch zurückzukommen ist, das sind die, wo in der Klimax oder Flutbewegung die Zunahme sich zu verringern beginnt, und wo bei der Antiklimax, der Ebbe, die Abnahme langsamer wird, man nennt sie die „Wendepunkte".

Sprechen wir noch von geteilten bezw. doppelten Gipfeln, Doppeltälern, Nebengipfeln oder Nebenmaxima, so sind, soweit ich sehe, die zur objektiven Beschreibung der Ereignisse notwendigen Termini erschöpft und wir kommen jetzt zur Analyse.

Eine deskriptive Analyse würde sich damit begnügen können, eine Gleichung zu finden, die der Form eines beobachteten Massenwechsels als angenäherter Ausdruck dienen kann. Sie wird einfach ausfallen

können, in manchen Fällen selbst für größere Folgen von Gradationen, wenn eine einzige Periodizität zugrunde liegt. Oft ist aber eine solche regelmäßige Periodizität nicht kenntlich. Dann läßt sich doch noch unterstellen, daß der anscheinend unregelmäßige Massenwechsel in einem gegebenen Gebiete von dem Zusammenwirken mehrerer periodischer Faktoren abhängt. So könnte man denken, daß sich im Massenwechsel eines Feldschädlings auswirken: die Jahresperiode, die Periode eines Fruchtwechsels und eine von den Sonnenfleckenperioden abhängige mehrjährige Wetterperiode. Dann wird man meist die längste Periode, d. h. diejenige, deren Wellenlänge von Minimum zu Minimum gemessen am größten ist als die Primäre, die nächst kleinere als die Sekundäre, die folgende als die Tertiäre Periodizität bezeichnen. Jede wird dann einzeln analysiert, und ihre Summe ist die Gesamtbewegung. Die Differenz zwischen Maximum und Minimum, welche jede dieser Kurven für sich erzeugen würde, ist deren Amplitude. Das Gesamtbild kommt durch Interferenz der Einzelbewegungen, Addition der einzelnen periodischen Kurven zustande.

In der kausalen Analyse sind zwei prinzipiell entgegengesetzte Wege versucht, welche man mit Schlagworten als das Prinzip des Dualismus und des Monismus ansprechen könnte, wenn diese Wörter nicht auf anderen Gebieten schon in anderem Sinne abgenutzt würden. Die Macht der Tatsachen zwingt natürlich doch dazu, daß sich in vielen Punkten beide Betrachtungsweisen sehr einander nähern.

Der Dualismus stellt einem Vermehrung erzeugenden Prinzip, dem „Entwicklungspotential“[1]), ein Verminderung bewirkendes, den „Widerstand“ der Umgebung entgegen. Scharf definiert finde ich den Begriff des Entwicklungspotentials nicht. Ich darf es vielleicht so fassen. Das Entwicklungspotential ist die Zahl der weiblichen Nachkommen, welche ein Weibchen nach Ablauf eines Jahres unter den günstigsten Verhältnissen haben könnte. Es wird also vorausgesetzt, Maximalfruchtbarkeit jedes Tieres (= theoretischer Vermehrungskoeffizient von Bremer), ein bestimmter Geschlechtsindex definiert durch die durchschnittliche Zahl der weiblichen Kinder eines Paares, dividiert durch die Gesamtzahl seiner Kinder. Die größte mögliche Zahl von Generationen unter den herrschenden Wärmeverhältnissen, keine Sterblichkeit der Tiere, bevor ihre Fortpflanzungstätigkeit physiologisch erschöpft ist. Solche Überlegungen ergeben z. B., daß eine Art in Paris ein Entwicklungspotential von 625 hat, in Sierra Leone ein solches von über 95 Billionen, weil es in Paris nur 2, in Sierra Leone 7 Generationen im Jahre macht. Hier liegt insofern eine Inkonsequenz vor, als dem Potential eigentlich das Maximum der überhaupt[2]) möglichen Generationszahl zugrunde gelegt werden müßte und der Abfall von der zugehörigen optimalen Temperatur schon als Widerstand der Umwelt ge-

[1]) Von Chapman 1926 als „biotic Potential“ eingeführt.
[2]) D. h. irgendwo in der Natur oder im Versuch.

wertet werden müßte. Jedenfalls spricht Bodenheimer in dem erst gegebenen Sinne vom Vermehrungspotential. Ob alle Autoren gleicher Meinung sind, ist mir fraglich. Ich schlage die letztere Definition vor und würde es mindestens für zweckmäßig halten, daß man, wenn ein lokal bedingtes Vermehrungspotential benutzt wird, dies als ein relatives Potential bezeichne, die Gründe wird man bald sehen.

Der Widerstand ist nun die Summe aller derjenigen Einflüsse, welche bewirken, daß diese vom Vermehrungspotential angegebene Weibchenzahl nicht erreicht wird. Er wird gemessen durch: das Vermehrungspotential vermindert um die rel. Zahl der wirklich nach Ablauf eines Jahres vorhandenen Weibchen (Vernichtungskoeffizient von Bremer), dividiert durch das Vermehrungspotential. Ist wie in ruhiger Lage einer Gradation als Nachkomme eines Weibchens im nächsten Jahre wieder ein Weibchen vorhanden, so ist der Widerstand gleich Vermehrungspotential — 1, dividiert durch Vermehrungspotential. Bei Vermehrung bezw. Verminderung tritt für die „1" ein unechter oder echter Bruch: „b" ein, sofern man ihn als Dezimalbruch mißt, oder 100mal so groß, sofern man ihn in Prozenten ausdrückt.[1]) Ich ziehe der Einfachheit halber ersteres vor. Und um nun wieder auf die einfache 1 oder „b" zurückzukommen, kann man für das Vermehrungspotential schreiben Vermehrungspotential mal Vermehrungspotential durch Vermehrungspotential, und davon den Abgang = dem Widerstand multipliziert mit Vermehrungspotential abziehen:

$$\frac{vp \,.\, vp}{vp} - \frac{vp - b}{vp}\, vp = b = vp\left(1 - \frac{vp - b}{vp}\right), \text{ bezw.: } vp\left(1 - \frac{w}{100}\right), \text{ wenn}$$

man in Prozenten rechnen will. Das soll keine Kritik sein. Es kann Sinn haben, wissenschaftlich einen einfachen Ausdruck wie »b«, also im Gleichgewichtsfall die einfachste Zahl: 1 in so merkwürdiger Weise als Differenz komplizierter Ausdrücke zu schreiben. Den Widerstand im Falle des Gleichgewichts nennt Zwölfer Gleichgewichtswiderstand. (Gleichgewicht, wenn einem Weibchen der einen Generation eines in der nächsten entspricht.)

Die Frage, wie sachlich der Widerstand zustande kommt, ist eine sehr verwickelte, und die Autoren scheinen manchmal nicht alle Möglichkeiten überblickt zu haben.

Die zweite Auffassung geht davon aus, daß die Maxima der Eizahl selten, die Maxima der Generationenzahl bei mehrfacher Generation nur in einer Anzahl Linien, die völlige physiologische Erschöpfung der Fruchtbarkeit der Weibchen nur in einer Minderheit der Fälle erreicht werden. Daß man, wenn man der Wirklichkeit nahe kommen will, immer mit dem Durchschnitt günstiger und ungünstiger Fälle rechnen muß, und daß dieser Durchschnitt nach den äußeren Verhältnissen verschieden ist, aber doch

[1]) Z. B. 0,87 bezw. 87 %.

wahrscheinlich gesetzmäßig von ihnen abhängt. Sie nimmt also an, daß man weiterkommt, wenn man stets nur das „Geschehen unter bestimmten Verhältnissen der Umgebung“ der Betrachtung zugrunde legt.

Sie führt folgende Begriffe ein. „Eiwert“ des ♀ (Martini 1923). Die Definition geht davon aus, daß die maximale Fruchtbarkeit nie erreicht wird, immer zahlreiche ♀♀ von verschiedener Fruchtbarkeit nebeneinander leben, daß diese aber vielfach vor der Eiablage zugrunde gehen, bei vielen Formen einige noch eine zweite, siebente, fünfzehnte o. dgl. Eiablage erreichen können. Sie nennt die Durchschnittszahl der Eier, die ein geschlechtsreifes Weibchen wirklich produziert, unter den gegebenen Bedingungen, den Eiwert des Weibchens. (Ganz gleich, ob die Art zufällig Lebende gebiert). Der „Eiwert des Weibchens“ wird meist > 1 sein, doch kommen auch Verhältnisse anderer Art vor. So bringen die Sexuales bei vielen Blattläusen nur ein Ei hervor. Und da eben ein Pärchen für dies eine Ei als Erzeuger nötig ist, handelt es sich hier zwar um eine Fortpflanzung, nicht aber um eine Vermehrung. Fortpflanzung und Vermehrung, in der Umgangssprache nicht genau unterschieden, sind bekanntlich an sich ganz verschiedene Begriffe.

Umgekehrt kommen natürlich aus 1000 Eiern (bei einem Weibchen Index von $^1/_2$) noch nicht 500 geschlechtsreife Weibchen. Stets ist ein erheblicher Abgang. Man kann die wirklich durchschnittlich aus 1000 Eiern unter den gegebenen Verhältnissen hervorgehenden reifen ♀♀, dividiert durch 1000, den „Weibchenwert des Eies“ nennen, ganz gleich, ob wirklich Eiablage oder Lebendgeburt stattfindet. Das Produkt beider, d. h. die Zahl der Weibchen, welche nach Ablauf einer Generation wirklich durchschnittlich als Nachkommen eines Weibchens entstanden sind, nennt sich der „Vermehrungsquotient“ und das Produkt dieser Vermehrungsquotienten über ein Jahr der „Vermehrungsfaktor“ der Art unter den gegebenen Verhältnissen. Diese Terminologie ist also grundsätzlich relativ zu den wirklichen Verhältnissen. Bei solcher Betrachtung setzt sich der Vermehrungsfaktor nicht aus Vermehrungspotential und Widerstand zusammen, sondern aus der durchschnittlichen „Fruchtbarkeit“ der Weibchen und der Überlebenswahrscheinlichkeit der einzelnen Stadien.[1]) Die Überlebenswahrscheinlichkeit ist eine in der Versicherungsrechnung längst bekannte Größe. Sie ist natürlich gleich 1 vermindert um die Sterbenswahrscheinlichkeit, also fast immer ein Bruch. Man kann dafür auch Überlebensquotient und Sterbequotient[2]) sagen. Dem ersteren Ausdruck liegt die Vorstellung von Aussichten des Individuums zugrunde, die wie eine Lotteriegewinnaussicht sich als Prozentsatz schreiben lassen, dem andern der Bruchteil beobachtungsgmäß

[1]) Beides unter den gegebenen Verhältnissen.

[2]) Der Ausdruck „Vernichtungsquotient“ von Bremer ist daher nicht unbedingt nötig. Gefährdung oder Gefahr dagegen sind gute deutsche Vulgärausdrücke.

überlebender oder sterbender, der genau derselbe Dezimalbruch ist. Diese Dinge hat Zwölfer in der oben auf S. 444 gegebenen Weise umschrieben.

Nun zur Besprechung der Auffassung eines in der Literatur gegebenen Beispieles, um diese verschiedenen Behandlungsweisen der gleichen Tatsachen zu erläutern.

Ein Schmetterling hat in Paris das Entwicklungspotential 625, in Sierra Leone über 95 Billionen. Der Widerstand der Umgebung muß also in Sierra Leone ungeheuer viel, milliardenfach größer sein als in Paris; denn er vernichtet dort viele Milliarden mal mehr Artzugehörige als hier.

Hierzu sagt die andere Lehre, angenommen den einfachsten Fall, daß das Klima, was ja in einzelnen Tropengegenden vorkommt, das ganze Jahr durch ziemlich unverändert bleibe, dann ist es in Wirklichkeit gar nicht zu einer Massenvermehrung gekommen, sondern in jeder Generation ist durchschnittlich alles bis auf ein Pärchen wieder zugrunde gegangen. Der Vermehrungsquotient war jedesmal 1 und der Vermehrungsfaktor über das ganze Jahr wurde daher auch 1. In der ersten Generation starben dann also etwa 24 vorzeitig, in der zweiten wieder 24, in der dritten nochmal 24 usw. Es ergibt sich also, daß in den Tropen in Wirklichkeit nur 240—250 Individuen zerstört wurden, in Paris in 2 Generationen nur 48—50. In Wirklichkeit hat der Tod in den Tropen die 5fache Ernte gehalten, weil er eben 10 Generationen statt 2 im Jahr abernten konnte.

Alle an die dualistische Betrachtung geschlossenen Folgerungen über die mörderischen Wirkungen der Tropen sind also Illusion. Es ist weiter nichts los, als daß der Zeitbegriff bei den Wechselwarmen relativ zur Temperatur ist (Martini 1924), und daß eben in diesem Sinne 1 Jahr in den Tropen die etwa 4—6fache Zeit ist als in Paris. Nun mag ja der Vermehrungsquotient gewechselt haben, er mag regelmäßig in einer für die Art günstigeren Jahreszeit über 1, in einer anderen unter 1 gelegen haben. Die Gesamternte des Todes, der natürliche Ertrag der Art, war dann eine wesentlich größere, sie erreicht aber die obengenannten phantastischen Zahlen sicher nicht annähernd. Wenn sie zu einem Hochstand der Artdichte mit etwa dem 50fachen über dem Tiefstand geführt hatte, ist das sicher hoch. Das gibt noch nicht einmal die 5×50fache Ernte des Todes und ist nichts anderes als was im gemäßigten Klima auch bei allen Formen mit mehrfacher Generation vorzukommen pflegt, oder bei Formen mit einfacher Generation in einer Folge verschieden günstiger Jahre.

Der Widerstand, aufgefaßt als Verlust einer Art durch vorzeitigen Tod allein, führt also leicht zu Vorstellungen, welche mit der Wirklichkeit nichts mehr zu tun haben. Läßt man aber auch die Verminderung der Generationszahl als Teilerscheinung des Widerstandes zu, dann sagt der Widerstand 95,377 Billionen aus, daß von den nach dem Vermehrungspotential berechneten Individuen die örtlichen Bedingungen über 95 Bil-

lionen am Vorhandensein hinderten. Das ist richtig. Er sagt aber überhaupt nichts über die Zahl wirklich vernichteter Individuen aus, so wenig, wie das Vermehrungspotential etwas über wirklich vorhandene oder auch nur mögliche Individuen aussagt.

(Übrigens wurde bei dem Begriff des Vermehrungspotentials die Maximalzahl der Kinder kalkuliert. Dann enthält an sich der Begriff einen inneren Widerspruch, der ihn unsinnig macht. Es liegt im Wesen der „Maximalzahl", daß sie eine Ausnahme ist, daß sie also nicht in einer Familie immer wieder vorkommen kann. Andererseits könnte man mit der durchschnittlichen Nachkommenschaft rechnen, vorausgesetzt, daß ein vorzeitiger Tod des Weibchens nicht eintritt. Aber sie ist schwer zu bestimmen und abhängig von der Umgebung, Klima, Ernährung, Jugendernährung, von den Verhältnissen der voraufgehenden Generation. Es würde dann also nicht nur eine relative — das sind Eiwert, Weibchenwert, Vermehrungsquotient und Vermehrungsfaktor auch —, sondern eine vollkommen ungreifbare Größe. Aufs Maximum abgestellt, ist es eine zwar unmögliche, aber doch durch eine absolute physiologische und morphologische Arteigenschaft festgelegte Größe. Für die Praxis scheint mir der Weg über den Vermehrungsquotienten der günstigere.)

Bei den einjährigen Arten fallen natürlich viele Schwierigkeiten weg. Das Vermehrungspotential wird die Maximalfruchtbarkeit multipliziert mit dem Sexual-Index.

Der Entomologe hat es nun besonders in gemäßigten Ländern oder Ländern mit sehr verschiedenen Jahreszeiten oft gut, insofern seine Objekte einjährige Generation haben und vielfach in einer relativ kurzen Periode die Eier ablegen. Oft sogar alle auf einmal. Aber es gibt auch jene Formen mit langen Reproduktionsperioden, bei denen sich schließlich alle Stadien nebeneinander finden, bei denen man also im Gelände keine Generationsfolge an quantitativen Unterschieden mehr bemerkt. Solche Zustände laufen in den Tropen sogar von einem Jahr ins andere kontinuierlich weiter. Sowohl das Arbeiten mit dem Vermehrungspotential wie das mit dem Vermehrungsquotienten braucht aber den Begriff der Generation. Es mag hier nur die Frage aufgeworfen werden: wenn ein Individuum z. B. eine Glossine nach einer Entwicklung von ca. 30 Tagen eine Fortpflanzungsperiode von über 1 Jahr erlebt, wie lang ist dann eine Generation, wie viele Generationen pro Jahr würde der Leser annehmen und was ergibt die Berechnung der eben erläuterten Größen wie Vermehrungspotential, Widerstand, Vermehrungsfaktor und Quotient unter solchen Verhältnissen? Auf diese Frage soll hier keine Antwort gegeben werden. Man wird aber finden, daß die Antwort wieder von der einen und der anderen Seite ganz verschieden werden muß.

Die Gesamtheit der Artgenossen, welche ein grade betrachtetes Gebiet bewohnen, nennt man bekanntlich „Population". Eine Population ist einerseits meist ein Rassengemisch, also auf Grund der erblichen Eigen-

schaften in der Regel nicht einheitlich. Andererseits, gemischt aus Individuen, welche nach Alter und Geschlecht verschieden sind. Die Individuen einer Population, welche gleichen Alters sind, nennen wir eine Altersklasse. Je nach der Strenge der Gleichaltrigkeit, die uns im Augenblick erwünscht ist, können wir Tages-, Wochen-, Monats-, Jahresklassen bilden. Bei vielen einjährigen Arten leben nebeneinander in der Regel nur ziemlich gleiche Altersklassen und auch ziemlich gleiche Entwicklungsstufen. In unseren Büchern finden wir z. B. „der Falter fliegt im Mai und Juni, die Raupe lebt im Juli und August an . . ." und ähnliches. Bei anderen Arten z. B. Kopfläusen, Tsetsefliegen sind stets alle Stadien gleichzeitig nebeneinander vorhanden. Alle gleichzeitig nebeneinander vorhandenen Individuen einer Art kann man als einen Populationsquerschnitt bezeichnen und die Beteiligung der verschiedenen Altersklassen, oder auch der verschiedenen Entwicklungsstufen an diesem Querschnitt als das Querschnittsbild. Dieses Querschnittsbild der Population ändert sich also bei Formen wie den Läusen mit sich überdeckenden Generationen wenig, bei Arten wie etwa bei der Nonne mit einjähriger Generation von Monat zu Monat sehr stark. Und entsprechend ändert sich die Dichte der Art. Sie ist bald nach der letzten Eiablage oft 100 und mehrmal größer als gerade vor der folgenden. Ist darum die Existenz einer Art besonders gefährdet kurz vor der ersten neuen Eiablage? Offenbar nicht. Man sieht leicht, daß die eben abgelegten 200 Eier eines Weibchens, das nur ein Gelege produziert, kaum einen höheren Wert haben als das Weibchen einige Minuten vor der Eiablage. Im einzelnen verweise ich auf meinen Rostocker Vortrag (Martini 1930). Man kann für jedes Entwicklungsstadium einen Weibchenwert berechnen, d. h. den Bruchteil der Individuen dieses Stadiums, der es wirklich bis zum erwachsenen Weibchen unter den herrschenden Verhältnissen voraussichtlich bringen wird. So bekommt man vergleichende Werte. Man kann diese Werte auf eine Generation oder auch auf ein Jahr beziehen. Die Individuenzahl einer Art, d. h. ihre absolute Dichte, kann man nun ersetzen durch den Gesamtweibchenwert aller einzelnen gleichzeitig vorhandenen Stadien und den so gewonnenen Wert als Stärke der Art bezeichnen. In diesem Sinn ist eine Art wohl meist nicht stärker geworden, wenn an Stelle von meinetwegen 1200 Puppen sich einige Monate später 30 000 junge Räupchen finden, wohl aber, wenn bei einer einjährigen Art gegenüber 10 000 Jungräupchen in der gleichen Zeit im Vorjahr jetzt 30 000 vorhanden sind. Die Stärke der Art entspricht also einer Wertung ihrer Dichte unter Berücksichtigung der vorhandenen Stadien und verlangt also gewissermaßen eine Diskontierung des wirklichen Bestandes auf Grund der für die betreffende Gegend durchschnittlichen Verminderung mit dem Alter. Als Einschränkungswert einer Gefahr kann man also die prozentuale Verminderung der Stärke einer Art durch diese Gefahr benennen.

Die Einführung des Stärkebegriffes erlaubt es nun auch leicht, wenigstens in der Theorie den Gang der Gradation einer Art mit mehrjähriger Generation zu behandeln, während ich dazu bei der Verwendung von Vermehrungspotential und Widerstand keine Möglichkeit sehe. —

Auf Seite 444 wurde definiert der Widerstand und das Vermehrungspotential. Es handelte sich da um den Gesamtwiderstand. Demgegenüber läßt sich für jeden einzelnen Faktor, der die Zahl eines Organismus einschränkt, der Begriff des Partialwiderstandes einführen. Nun entwickelt Zwölfer eine Formel für den Gesamtwiderstand „w_x" in Prozenten.

$$w_x = 100 - 100 \cdot \frac{(m+f) \cdot P_2}{f \cdot e P_1 \left(1-\frac{w_1}{100}\right)\left(1-\frac{w_2}{100}\right) \ldots\ldots \left(1-\frac{w_{n-1}}{100}\right)\left(1-\frac{w_n}{100}\right)}$$

In Brüchen geschrieben, würde die Formel lauten:[1])

$$w_x = 1 - \frac{(m+f)\,P_2}{f \cdot e P_1 (1-w_1)(1-w_2) \ldots\ldots (1-w_{n-1})(1-w_n)},$$ wo w_1 bis w_n die Partiarwiderstände sind. Diese Formel paßt wohl nur für Betrachtung einer Generation und sagt sachlich dasselbe wie der Satz „Die Überlebenswahrscheinlichkeit gegenüber einer Mehrheit von Gefahren ist gleich dem Produkt aus den Überlebenswahrscheinlichkeiten jeder Einzelgefahr gegenüber." Ganz gleich, ob die Gefahren qualitativ oder nur durch das Heute, Morgen usw., also zeitlich verschieden sind! Die gesamte Sterbewahrscheinlichkeit ist natürlich wieder gleich 1 vermindert um die gesamte Überlebenswahrscheinlichkeit.

Die andere Auffassung ist hier ganz ähnliche Bahnen gegangen. Die Aussicht eines Individuums, ein bestimmtes Alter nicht zu erreichen, ist seine Gefährdung, und zwar seine Gesamtgefährdung bis zu diesem Zeitpunkt, oder auch auf die gesamte Generation bezogen, seine Sterbenswahrscheinlichkeit. 1 minus Sterbenswahrscheinlichkeit ist die Überlebenswahrscheinlichkeit oder auf die ganze Bevölkerung ausgedehnt, der Überlebensquotient. Er kann „total" bezogen werden auf alle Gefahren oder partiell sein, wenn er sich nur auf eine Gefahr bezieht.

Bei unveränderter Gefährdung ist die Überlebenswahrscheinlichkeit in der nfachen Zeit die nte Potenz der Überlebenswahrscheinlichkeit in der einfachen Zeit. (Bezüglich der Infektionswahrscheinlichkeit habe ich das schon 1921 ausgeführt, die Frage der Mehrfachinfektionen ist dort ausreichend behandelt.) Ebenso ist die Überlebenswahrscheinlichkeit einer Gesamtheit von Gefahren gegenüber, die totale Überlebenswahrscheinlichkeit, gleich dem Produkt der partiellen Überlebenswahrscheinlichkeiten gegenüber den Einzelgefahren. Weiter sagt Zwölfers Formel auch nichts. Dabei ist es wie gesagt gleich, ob die Gefahren qualitativ verschieden sind oder nur zeitlich, entsprechend dem Heute, Morgen, Übermorgen. Der Vermehrungsquotient ist also auch

[1]) $\frac{ef}{m+f} = vp$ S. 444, $\frac{P_2}{P_1} = b$ ebenda.

definierbar durch die durchschnittliche Fruchtbarkeit in einem gegebenen Milieu multipliziert mit der totalen Überlebenswahrscheinlichkeit unter den gleichen Bedingungen. Die einschränkende Wirkung verschiedener Umstände ist zu werten umgekehrt proportional der Überlebenswahrscheinlichkeit. Sie ist also die Reziproke der Überlebenswahrscheinlichkeit.

Bequemer ist aber noch ein anderes Maß. Da die Überlebenswahrscheinlichkeit immer ein echter Bruch ist, kann man sie auch durch ihren Exponenten messen. Nimmt man nämlich einen ziemlich großen echten Bruch, etwa 0,9999, so läßt sich jede wirklich feststellbare Überlebenswahrscheinlichkeit als eine Potenz dieser Zahl mit positiven Exponenten schreiben. Dieser Exponent ist der „Einschränkungsexponent". Oder: der Logarithmus der wirklichen Einschränkung durch einen Faktor ist gleich log 0,9999 mal dem (partiellen) Einschränkungsexponenten durch diesen Faktor. Der totale Einschränkungsexponent einer Anzahl Faktoren ist gleich der Summe der Einschränkungsexponenten der einzelnen Faktoren. Hier haben wir schon einen wesentlichen Vorteil gegenüber der schwierigen Formel, wenn man mit partiellen Widerständen arbeitet.

Die Bedeutung wird noch deutlicher, wenn man den Versuch macht, Gradationskurven zu zeichnen. Auffallend ist immer, daß Arten dauernd unauffällig sind, vielleicht höchstens auf den Hektar einige hundert Individuen. In wenig Zeit steigern sie sich dann zu einer Kalamität, zu Zehntausenden. Würden sie unter schlechten Verhältnissen um ebenso viele 10 000 abnehmen, wie sie zugenommen haben, so würde der Schädling radikal aussterben.

Ich gebe ein fingiertes Beispiel: Hat ein Organismus in mittleren Jahren eine Dichte von 0,2 auf den Quadratmeter, also 2000 pro Hektar, und würden zwei günstige Jahre ihn je auf das 3fache auf 6 000—18 000 vermehren, so würden Vermehrungen um 4000 bezw. 14 000 Stück stattfinden. Entsprechende Verminderungen von der Ausgangslage aus wären unmöglich.

Immer wieder zeigt sich, daß die Überlegungen mit der einjährigen Generation verhältnismäßig leicht sind, daß sie mit der mehrjährigen und mehrfachen Generation schwieriger werden und besonders schwierig werden, wenn alle Stadien, wie etwa bei uns Menschen und bei sehr vielen Tieren in den Tropen dauernd nebeneinander vorkommen, oder wenn es zu einer im Vergleich zum Gesamtleben langen Periode der Fruchtbarkeit der Weibchen kommt. Die einfachen Multiplikationen und geometrischen Progressionen, welche zu 100 Pärchen in der ersten, 10 000 in der zweiten Generation usw. führen, werden hier völlig sinnlos. In jedem Augenblick stirbt etwas, ganz verschiedenen Alters, und wird Neues erzeugt. Die Populationsbewegung gliedert sich hier nicht, sondern ist eine kontinuierliche, und solche kontinuierliche Bewegungen faßt die Mathematik mit den Mitteln der Infinitesimalrechnung an.

Diese Rechnungsarten allerdings rechnen arithmetisch, d. h. sie sagen nicht, dies und das vermehrt sich in der und der Zeit auf das Doppelte,

sondern sie sagen, es vermehrt sich in der Zeiteinheit um so und so viel Einheiten, sie würden bei unseren Problemen nicht fragen, wieviel Prozent sterben, sondern wieviel Stück sterben.

In dieser Betrachtungsweise wird für uns der Dualismus unentbehrlich. In jeder Zeiteinheit, ja bei Betrachtung genügend großer Populationen in jedem Augenblick kommt etwas zur Population hinzu und geht ihr etwas verloren. Was in einer gegebenen Zeiteinheit hinzukommt, definiert man nun zweckmäßig als Zuwachs, was wegkommt als Abgang. Zuwachs weniger Abgang ergeben die Zunahme oder Abnahme in der Zeiteinheit.

Zwei Gründe des Zuwachses kennen wir, Geburt und Zuwanderung, zwei Gründe des Abganges, Tod und Abwanderung, Zuwanderung weniger Abwanderung können wir als Streuung bezeichnen. Ist sie positiv, als Einstreuung, ist sie negativ als Ausstreuung. Geburt minus Tod ist bekanntlich der Geburtenüberschuß, der auch positiv oder negativ: Geburtendefizit sein kann.

Bezüglich des Zuwachses brauchen neue Namen nicht erwähnt zu werden. Bezüglich der Ursachen des Abganges dagegen unterscheidet Thompson allgemeine (generelle) und individuelle Faktoren. Die allgemeinen Faktoren sind solche, welche eine Population proportional vermindern. Z. B. nimmt er an, daß ein Hagelschlag von 1000 Raupen auf einem Hektar 10 mal mehr tötet, als wenn nur 100 vorhanden wären. Ähnlich bei Frost usw., auch die Ausstreuung kann man vielfach zu diesen allgemeinen Faktoren rechnen. Die individuellen Faktoren dagegen wirken nach ihm absolut. Ein Schlupfwespenweibchen belegt meinetwegen 20 Raupen, gleichviel ob wenig oder viel Raupen vorhanden sind. Mein materieller Gegensatz gegen die letztere Auffassung (vgl. S. 452) kommt hier nicht in Betracht. Der Unterschied beider Faktorengruppen ist zweifellos richtig gesehen. Die Begriffe mögen hier also als dauernder Besitz der Terminologie empfohlen werden.

Nach ihrer Ursache können wir die Faktoren in klimatische, chthonische und biozönotische einteilen. Alles das, was in, mit und durch Atmosphäre wirkt, sei klimatisch, alles was belebt ist biozönotisch, alles was keines von beiden ist chthonisch. Klimatisch sind also Luftwärme und strahlende Wärme. Luftfeuchtigkeit, Staubgehalt der Luft, Strahlenarten, Sonnenstunden, Niederschläge, luftelektrische Erscheinungen, Luftdruck und Bewegung. Chthonisch ist die Grundsubstanz des Bodens in allen Übergängen von kompaktem Fels bis zum reinen Wasser. Ferner in den Geröll-, Erde- und Sumpfgebieten die Korngröße und -mischung, die Mischung substantiell verschiedener Kornarten, die chemischen Lösungen, die Höhengliederung und vieles andere.

Was biozönotische Faktoren sind, braucht an dieser Stelle nicht geklärt zu werden. Ihre Hauptwirkungen sind die als Nahrung, als Nachsteller, als Schutzspender und Schutzzerstörer, als Konkurrenten und darüber hinaus indirekte Eingriffe in die eben angedeuteten Kausallinien.

Nach einem andern Prinzip teilt Bremer die Faktoren der Umgebung in ständige und gelegentliche Begrenzungsfaktoren.

Bezüglich des Zuganges sind die verschiedenen Fortpflanzungsarten (Parthenogenese, ungeschlechtliche, zweigeschlechtliche usw.) ja aus der allgemeinen Biologie bekannt und es ist auch bekannt, daß Fortpflanzung noch keine Vermehrung zu sein braucht. Bezüglich des Todes spricht man meistens von natürlichem und widernatürlichem oder gewaltsamem Tod. Mit natürlichem Tod meint man den, der eintritt, wenn die physiologisch mögliche Lebensdauer durchlaufen ist, der widernatürliche Tod tritt ein durch Gefressenwerden, Erschlagen-, Ausgehungert-, Getrocknetwerden, durch Krankheit, Gift usw. In Wirklichkeit erleben von keiner Organismenart die Mehrheit der Individuen das an sich physiologisch mögliche Höchstalter (nicht nur der Art, sondern auch nur ihr individuelles), der durchs Alter geschwächte Organismus erliegt z. B. selbst bei den sozial bestgestellten Menschen meist vorher irgendeiner Krankheit oder einem Unfall, und weit mehr ist das bei den Tieren der Fall. Der gewaltsame Tod ist also der natürliche für die Mehrzahl der Organismen. Nur bei Tieren, welche nach einmaliger kurzer Sexualperiode eine Art Erschöpfungs- oder Erledigungstod sterben, kommt der physiologische Tod überhaupt als eine merkbare Erscheinung in der Natur vor: Ein- und zweijährige Pflanzen, einjährige Insekten usw. Trotzdem ist die größte Menge der Organismen der gleichen Art schon früher auf andere Weise zugrunde gegangen. Auch hier trifft der „natürliche", richtiger „physiologische Tod" nur eine geringe Minderheit. Diese Minderheit ist aber nach Abschluß der Eiablage überhaupt im Sinn der Gradationslehre belanglos, ob diese Geschöpfe noch existieren oder nicht, hat für die Zu- und Abnahme der Art wenig Bedeutung. Als Schädlinge können sie doch noch unerwünscht sein. Aber das Schicksal einer Kalamität hängt auch nicht davon ab, ob diese Sorte Individuen noch etwas länger lebt. Bei den meisten Formen ist der physiologische Tod so selten, daß er für statistische Erörterungen ungefähr belanglos ist und als nicht existierend dem gewaltsamen Tode (einschließlich Seuchentod) gegenüber vernachlässigt werden kann. Man tut also gut, eine Ausnahme nicht als „natürlichen" Tod zu benennen, sondern vom „physiologischen", Alters-, Erschöpfungstod auf der einen Seite, vom „nicht physiologischen", vorzeitigen, gewaltsamen oder Seuchentod auf der anderen Seite zu sprechen.

Die Tatsache, daß es viele allgemeine Einschränkungsfaktoren gibt, und daß gerade die heute in den Vordergrund gestellten klimatischen hierhin gehören, aber auch die individuellen nicht wie Thompson will subproportional bleiben, sondern umgekehrt oft eine Tendenz haben, auch proportional, ja superproportional wirksam zu werden, bringt es mit sich, daß die Zunahmen und Abnahmen der Populationsdichte oft in geometrischen Progressionen erfolgen.

Ein schematisches Beispiel: Ein solcher allgemeiner Faktor bewirke, allmählich zu und dann wieder abnehmend, eine mäßige Gradation, indem er die Zahl einer Art in dem ersten Jahr um das 10fache, dann um das 5fache, im dritten Jahr um das 2fache steigere, dann sie gleichläßt und nun allmählich in die entgegengesetzten Verhältnisse übergehend ein 2faches, 5faches, 10faches, nochmal 10faches, 5- und 2faches Abnehmen bewirkt, dann wieder gleich läßt und nun sich wieder in bestimmter Richtung ändernd, die Gradation wieder steigert auf das 2-, 5-, 10-, 10-, 5-, 2fache. Dies Schema wird gewählt, weil es übersichtlich ist, und Perioden trockener oder heißer Jahre mit Maxima und Minima wechseln ja auch wohl, wenn auch nicht gerade so regelmäßig und nicht in diesem Turnus. Immerhin legt man einer Gradation meist die Vorstellung mehrerer für die Zunahme des Organismus geeigneter Jahre zugrunde. Nehmen wir nun an, daß der Schädling für gewöhnlich mit 1 Exemplar auf dem Quadratmeter kaum schädlich sei, so würde er im Maximum mit 100 auf den Quadratmeter schon schweren Schaden machen können. Stellen wir nun die Gradation graphisch dar, indem wir 1000 Individuen auf den Hektar als 1 mm zeichnen, so würde die Kurve unterhalb der Ausgangslage von 10000 folgenden Verlauf zeigen: im ersten Jahre würde sie fast — 5 mm fallen, im zweiten auf fast — 9, dann auf 100 Individuen oder rund — 10 mm, dann auf 100 fast — 10 bleiben und weiter verlaufen — 9, — 5, + — 0 + 40 + 90 + 990 + 990 + 90 + 40 + — 0. Diese Kurve ist unbequem. Sie würde uns in den subnormalen Jahren kaum etwas zu sehen erlauben, weil der Maßstab zu klein ist, sie läßt sich bei größeren Vermehrungen kaum aufs Papier bringen, weil der Maßstab zu groß wird. In solchen Fällen zeichnet man gern logarithmisch und nun erhalten wir eine ganz bequeme Kurve, deren Minima unter und Maxima über der Mittellinie gleich hoch sind. In der Tat zeigen uns bei Kalamitäten das fast blitzartige Auftreten der hohen Zahlen und das jähe Verschwinden derselben, daß das Spiel sich durchaus so abspielen könnte: Geometrische, nicht arithmetische Progression. Nebenbei scheint dies zu ergeben, daß die prozentual stärkste Zunahme des Schädlings in den Vorbereitungsjahren liegt, und daß ein einmaliges sehr günstiges Jahresklima im allgemeinen, wenn es in eine normale oder subnormale Lage träfe, nicht in der Lage ist, es zu Schadwirkungen zu bringen. Für die Malaria habe ich ähnliche Gedankengänge schon früher ausgeführt. Das Optimum der Bedingungen liegt wohl oft lange vor dem Maximum der Dichte einer Art! Und bei regelmäßig wellenartig schwankenden Faktoren würde es immer so sein. Es würde da liegen, wo die logarithmische Kurve ihre Wendepunkte hat, s. S. 442.

Zwingt uns so der wahrscheinlich meist vorliegende Verlauf der Gradationen, die Kurve logarithmisch zu zeichnen, so ergibt der Einschränkungsexponent (oben S. 450) sofort die subtraktive Größe, die von dem Fruchtbarkeitslogarithmus abgezogen werden muß. Der Ein-

schränkungsexponent dürfte so für die theoretische Bearbeitung dieser Frage besonders zweckmäßig sein.

Wichtige Bezeichnungen bringen noch die sogenannten Klimagramme. Dwight Pierce betont nämlich, daß der Grad der Aktivität der Organismen und ihre Lebensmöglichkeit nicht allein von der Temperatur, sondern auch von der Luftfeuchtigkeit bestimmt wird, daß daher, wenn man in einem Koordinatensystem auf die Abszisse, die Temperatur auf die Ordinate die Feuchtigkeit abträgt, jedem Punkt ein gewisser Grad Aktivität und Lebensfähigkeit bezw. -unfähigkeit eines gewissen Organismus zugeordnet ist. Sowohl von oben nach unten, d. h. gegen die hohen und gegen die tiefen Temperaturen kommt man auf Grenzen, an denen der Organismus zugrunde geht, ebenso auch nach links und rechts gegen Trockenheit und Feuchtigkeit.

Vereinigt man alle die Kombinationen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, bei denen ein Organismus bald zugrunde geht, so kommt man zu einer in sich geschlossenen Kurve. In ihrer Mitte liegt als Zentrum ein Gebiet höchster Aktivität, darum das allgemeine Aktivitätsgebiet, darum als Untergebiet die Zone der nur trägen Aktivität, dann die Zone zwar aufgehobener Aktivität, aber noch vorhandener Lebensmöglichkeit und endlich jenseits der tödlichen Kombinationen das große Gebiet der Lebensunfähigkeit. Für die vier Himmelsrichtungen, wenn ich so sagen darf, Wärme, Feuchtigkeit, Kälte, Trockenheit, hat Pierce für jede Zone besondere Ausdrücke geschaffen, die man in seiner Sanitary Entomology finden kann. Da mein Aufsatz Nomenklatur betrifft, ist damit an sich die Sache erledigt. Wenn ich noch sage, die Grenzlinien sind keine Linien, sondern Zonen, weil bei jeder Art bezüglich jeder Reaktion, auch der Sterblichkeit usw., Variation herrscht, also nicht ein Individuum genau so reagiert wie das andere, so sage ich sicher nur etwas, was Pierce, weil allgemein bekannt, nicht erwähnt hat. Ferner halte ich es für möglich, daß es bei gewissen Organismen nicht zu einer Zone von Inaktivität aber Überleben, sondern von Aktivität aber baldigem Tod kommt. Und ich könnte mir denken, daß die Zonenbildungen nach Pierce und nach letzterer Hypothese sogar in dem einen Quadranten die eine, in einem anderen die andere richtig wäre. Vielleicht erhalten wir, wenn sich Beispiele finden, auch hierfür noch Termini. Das Ganze nennt man ein Klimagramm.

Wir müssen aber beachten, daß dies Zonen sind, die zunächst nur im Laboratorium rein zum Ausdruck kommen könnten. Im freien Leben der Tiere als Zone gibt es diese Dinge nicht. Richtig sind sie nur als Ausdruck einer Funktion zweier Variabeler. Auf diese können wir uns aber nur im Laboratorium beschränken. Im Freien sind immer, auch wenn wir nur ans Klima denken, mehr im Spiel. Ich brauche nur an die Luftbewegung zu erinnern, die überhaupt unter vielen Verhältnissen erst die allgemein gemessene Luftfeuchtigkeit zu bald starker, bald kaum merklicher Auswirkung auf manche Insekten bringt.

Die in den Pierceschen Kurven ausgedrückten Gesetzlichkeiten bleiben natürlich Ausdruck für die kombinierte Wirkung zweier Faktoren. Sie werden aber in ihrer Auswirkung auf das wirklich beobachtete Überleben und die wirklich beobachtete Aktivität oft lokal tiefgreifend modifiziert: Lokal- und Mikroklima. Als Lokalklima bezeichnet man etwa das Klima auf der Nordseite eines Berges, eines Seeufers; als Mikroklima das in der Baumkrone, unterm Heidelbeerkraut, in einem Stall, in einer Grotte usw. Auf eine Kritik des Klimogrammes einer Spezies auf Grund der Frage: Minimalsommertemperatur oder Minimalwintertemperatur? usw., soll hier als nichtnomenklatorisch nicht eingegangen werden. Nomenklatorisch wäre nur zu bemerken, daß die graphische Darstellung der Abhängigkeit von Wärme und Feuchtigkeit einer Spezies, Klimogramm genannt, besser Thermohygrogramm hieße, da sie eben nur Wärme und Feuchtigkeit umfaßt. Im Grunde muß man natürlich ein besonderes Thermohygrogramm entwerfen für die verschiedenen Funktionen und Entwicklungsstufen, z. B. für die Puppenentwicklung, für die Eientwicklung, für die Aktivität der Larven, für die Gesundheit der Larven usw. Wenn diese Thermohygrogramme in vielen Fällen bei ein und derselben Art unter sich auch sehr ähnlich ausfallen mögen, ist das doch bei andern Arten ganz und gar nicht wahrscheinlich. Alle diese Zonierungen sind physiologische. Natürlich lassen sich sämtliche klimatische Faktoren in eine Graphik überhaupt nicht vereinigen.

Das wird sich wahrscheinlich alsbald ergeben, sobald man, wie es Zwölfer versucht hat, die Cooksche epidemiologische Einteilung des Verbreitungsgebietes einer Art in indifferentes Verbreitungsgebiet, Massenwechselgebiet und Dauerschadgebiet mit den Pierceschen Klimogrammen in Zusammenhang bringen will. Er zeigt nämlich, daß die Dauerschadgebiete die optimalen Bedingungen für den Schädling und den Schaden fast dauernd, die Massenwechsel-, also eigentlichen Epidemiegebiete, Schaden nur in einigen Jahresfolgen zeigen. Zwölfer berücksichtigt bei der klimatologischen Interpretation dieser Cookschen Einteilung wieder nur Wärme und Luftfeuchtigkeit, in seinen Beispielen mit sehr gutem Erfolg. Ob das immer so gut gehen wird? Jedenfalls sind beide Wege ganz verschieden. Der Piercesche gibt objektiv die Wirkung zweier willkürlich gewählter Variablen der Umgebung, Wärme und Feuchtigkeit, auf die Physiologie der betrachteten Spezies, die Cooksche Nomenklatur anthropozentrisch die Verhältnisse ihres Schadens. Diese können natürlich sich klimatischen Grundlagen eng anschließen, brauchen es sicher nicht. Sie sind streng genommen ein Ausdruck der Epidemiologie, nicht der Gradationslehre, denn je nach anderen Umständen kann die gleiche Zahl der Schädlinge hier gleichgültig und dort verheerend sein. Das braucht nicht so zu sein, kann es aber. Im Norden der Vereinigten Staaten vermögen *Anopheles*zahlen das Schwinden der Malaria

z. B. nicht aufzuhalten, die in den Südstaaten schon zu schwerem Aufflammen der Seuche führen. Nebeneinander kann von der Nonne eine Waldart schwer, eine andere nur unbedeutend geschädigt werden.

Die Ausdrücke: Massenwechselgebiet für „dasjenige Areal, in dem das Vorkommen größerer Massen eines Tieres möglich ist“: oder Massenverbreitungsgebiet (Bremer) beziehen sich zwar auf Gradation ohne Rücksicht auf die Schadwirkungen; der letztere ist vorerst aber wohl noch nicht scharf genug umrissen.

Eine Zonierung nach Wärme und Niederschlag finden wir bei Tehon 1928 als Hythergraph.

Eine ganz andere Zonierung habe ich selbst gegeben. Eine Zonierung nach Gradationsprinzipien. Hier stützte ich mich auf den Vermehrungsfaktor. Offenbar muß an sich eine Spezies aussterben, wo der Vermehrungsfaktor dauernd unter 1 liegt. Jedenfalls kann sie da nicht überhandnehmen. Sich dauernd halten, kann sie nur da, wo der Vermehrungsfaktor durchschnittlich $= 1$ oder über 1 liegt. Diese Gebiete nannte ich die absolut geeigneten Gebiete. Bei der Beurteilung dieser Volleignung wird jedoch unterstellt, daß das Gebiet noch relativ dünn besiedelt sei, also eine gegenseitige ungünstige Beeinflussung der Artangehörigen noch nicht eingetreten ist. In Gebieten, wo der Faktor unter 1 liegt, kann die Spezies doch jedes Jahr vorkommen, wenn nur Einwanderung regelmäßig stattfindet, solche Gebiete werden also die Kerngebiete bei vielen Arten sehr breit, bei anderen schmal umgeben. Bringt die eingewanderte oder auch die schon vorhandene Bevölkerung überhaupt eine gewisse Menge Nachwuchs hervor, ist daher der Vermehrungsquotient < 1, aber > 0, so nannte ich das Gebiet relativ geeignet, ein Weibchen kann es bald häufiger, bald seltener noch zu erwachsener Nachkommenschaft bringen, aber nicht mehr ausreichend, um den Verlust zu decken. Er wird erst gedeckt durch die Zuwanderung. Solche Gebiete können also eine durchaus stabile Dichte der Population haben. Alle Stadien können noch autochthon vorkommen. Als absolut ungeeignetes Verbreitungsgebiet einer Art bezeichnete ich das, wo der Vermehrungsfaktor 0 ist, also wo es z. B. eine einjährige Art nicht mehr von Ei zu Ei oder Weibchen zu Weibchen bringt, wo sie mithin nur durch Einstreuung vorkommt. Darum kann sie in dem betreffenden Gebiet oder Zone doch natürlich regelmäßig nachweisbar sein. Endlich folgt das Gebiet, wo die betreffende Art ganz fehlt, ihr Fehlgebiet.

Nun kann allerdings der Artbestand mit der Jahreszeit stark wachsen. Ein Gebiet, wo im Frühjahr eine Art sich nicht halten kann, kann im Sommer von ihr wimmeln, solche jahreszeitliche Transgressionen scheinen in vielen Gebieten vorzukommen. Wie weit sie mit regelmäßiger Abwanderung oder mit Zugrundegehen nach Ablauf der Zeit der Eignung verbunden sind, darüber wissen wir noch fast nichts. Immerhin muß man danach vorübergehende resp. jahreszeitliche Eignung und

Nichteignung ununterschieden von der dauernden und kann auch hier eine jahreszeitige absolute oder Volleignung oder jahreszeitliche Halbeignung (relative Eignung) bezw. vorübergehende relative oder absolute Nichteignung unterscheiden. Zweifellos können dauernde Volleignung und absolute Nichteignung auf demselben Gelände miteinander wechseln bei gewissen Arten und in gewissen Gegenden. Als dauernd geeignet wird man daher nur solche Plätze ansehen können, wo erfahrungsgemäß bei schwacher Besiedelung und auch ohne eine Einstreuung eine Art sich dauernd auf ihrem Bestand hält.

So gut gedanklich diese Zonen gesondert sind, so schwer ist es oft, praktisch etwas über ihre Grenzen auszusagen, weil wir über das Maß der Ein- oder Ausstreuung in vielen Fällen noch ganz unzureichend unterrichtet sind.

Ich habe ferner nachzuweisen gesucht, daß es auch Gebiete geben kann, in denen jedes Jahr eine Art so stark zunimmt, daß sie sich durch den Verbrauch der Nahrung selbst Grenzen setzt, in dem Maße, daß eine geringere Belegung der Brutplätze zu einer höheren Zahl Erwachsener führen würde. Die Phytopathologen stehen solchen Betrachtungen ziemlich ablehnend gegenüber, weil selbstverständlich Formen, die ihre Wirtspflanzen so fürchterlich dezimieren, daß sie sich jedes Jahr selbst dadurch beschränken, ihnen praktisch nicht in den Wurf kommen. In solchen Gebieten wäre eben die kulturelle Auswertung der Nahrungspflanze einfach unmöglich. Aber erst, wo man eine Kultur einmal mit einem gewissen Erfolg eingeführt hat, ruft man den Phytopathologen zur Hilfe. Also wieder die praktische Epidemiologie interessiert das Problem wenig, das die Gradationslehre längst kennt, z. B. in der Hydrobiologie.

Die genannten Gebiete des paradoxen Verhaltens, daß abnehmender Eiwert des Weibchens eine Erhöhung des Weibchenwertes der Eier in dem Maße mit sich bringen könnte, daß die Zahl der erwachsenen Weibchen zunähme, also die Stärke der Art gewinnt, kann man als Kerngebiet bezeichnen. Hier wird eine mäßige Schädigung durch Klima, durch Feinde und anderes, sofern nur die Nahrung nicht geschädigt wird, mindestens keine Abnahme der Art bewirken.

Es mag noch ein Begriff der Festigkeit eingeführt werden. Er bezieht sich vor allem auf Organismen mit mäßiger Verbreitungsmöglichkeit. Es gibt Organismen, welche nicht jeden Platz besiedeln können, sondern nur gewisse, z. B. Ameisen, welche unter Steinen hausen usw. Solche Plätze können wir ganz allgemein Herbergen nennen, sofern lediglich Aufenthalt gesucht wird, z. B. flacher Stein, Wirtsplätze, wenn sie auch die Ernährung gewähren. Die Festigkeit einer Art in einem Gebiet wird nun gemessen an dem Prozentsatz der von ihr besiedelten Wirtsplätze (Tümpel, Baumstümpfe usw.) ohne Rücksicht auf die Dichte der Besiedelung. (Für flugstarke Formen, wie *Aglia tau*, gilt nicht etwa jede Buche als Wirtsplatz, sondern nur etwa jedes Gehölz mit Buchen.) Die

Festigkeit einer Spezies ist umgekehrt proportional dem Prozentsatz der von ihr frei gelassenen Wirtsplätze. Eine Art, die 60% der Wirtsplätze besiedelt hat, ist also halb so fest wie eine, die 80% besiedelt hat und nur noch $2^1/_2$ mal so fest wie eine, die gerade in dem Gebiet ausgestorben ist.

Damit wären diese rein formalen terminologischen Ausführungen zu Ende. Der Inhalt, der diese Terminologie erst zu einer Wissenschaft macht, und mit ihm eine Fülle wertvollster Literatur ist an dieser Stelle soweit als möglich aus dem Spiele gelassen oder nur gestreift, absichtlich, um Kürze und Konzentration auf die Hauptaufgabe dieser Erörterungen, eben das rein Formale zu erreichen.

Literatur.

Bacot, A., A study of the Bionomics of the common Rat Fleas etc. Journal of Hygiene (Plague Supplement) Bd. III, S. 447—654, 1914.

Pierce, W. D., A new interpretation of the relationships of Temperature and Humidity to Insect Development. Journ. Agric. Res. Bd. V, S. 1183—1191, 1916.

Martini, E., Zur Kenntnis des Verhaltens der Läuse gegenüber der Wärme. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. IV, Heft 1, 1917.

— — Berechnungen und Beobachtungen zur Epidemiologie und Bekämpfung der Malaria auf Grund von Balkanerfahrungen. Hamburg, W. Gente, 1921.

Stellwaag, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monographie zur angew. Entom. Nr. 6, Beiheft 2 zu Band VII der Zeitschr. f. angew. Entom. S. 75ff., 1921.

Pierce, W. D., Sanitary Entomology. Boston, Rich. G. Badger, 1921.

Gill, The prediction of malaria epidemics. Indian Jorn. of med. research Bd. 10, S. 1136, 1912/23.

Martini, Theoretisches zur Bestimmung der Lebensdauer von Schädlingen auf Grund der Anopheles-Untersuchungen von Schüffner und von Grassi. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 9, S. 133, 1923.

— — Gedanken und Rechnungen über Vermehrung und Verbreitung der Lebewesen mit Anwendung auf Stechmückenfragen. Arch. f. Hydrobiologie Bd. 14, S. 726—740, 1923.

Bacot, A. W., and Martin, C. J., The respective Influences of temperature and moisture upon the survival of the rat flea (*Xenopsylla cheopis*) away from its host. Journ. of Hyg. Bd. 23, Nr. 1, S. 98—105, 1924.

Martini, E., Bei Bionomischen und Physiologischen Daten Temperaturangaben nicht vergessen. Zool. Anz. Bd. 59, S. 170, Hamburg, Januar 1924.

Cook, W. C., The distribution of the Afalfa Weevil (*Phytonomus posticus* Gyll.). A study in physical ecology. Journ. Agric. Res. Bd. 30, S. 479—491, 1925.

Bodenheimer, F. S., Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. II. Die Temperaturentwicklungskurve bei medizinisch wichtigen Insekten. Zentrlbl. f. Bakt., Parasitenk. u. Infektionskrankh. Abt. I, Orig. Bd. 93, Heft 6, S. 474—480, 1924.

— — Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. III. Die Bedeutung des Klimas für die landw. Entomologie. Zeitschr. f. angew. Entom. 12, S. 91—122. 1925.

Volterra, Vito, Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. Memoria CXXXI, Venezia, C. Ferrari, 1927.

Shelford, V. E., An experimental investigation of the relations of the codling Moth to weather and climate. Bull. III, St. Nat. History Surv. 16, S. 311—440, 1927.

Thompson, W. R., A contribution to the study of biological control and parasite introduction in continental areas. Parasitology Bd. 20, S. 90—112, 1928.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. XIV, S. 254—272, 1928.

Bodenheimer, F. S., Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentrlbl. Bd. 48, S. 714—739, 1928.

Martini, E., Beiträge zur medizinischen Entomologie und zur Malaria-Epidemiologie des unteren Wolgagebietes. Abhandl. a. d. Gebiet d. Auslandsk. Bd. 29, Reihe D, Med. Bd. 3.

Weidling, Kurt, Die Beeinflussung von Eiröhrenzahl und -größe einiger Dipteren durch Hunger im Larvalstadium mit einigen Beobachtungen über die Chaetotaxis der Hungertiere und über den Einfluß verschiedener physikalischer und chemischer Einwirkungen auf den Entwicklungsgang dieser Tiere (*Calliphora erythrocephala*, *Stegomyia fasciata* und *Anopheles maculipennis*). Zeitschr. f. angew. Entom. S. 69—85. 1928.

Shelford, V. E., Laboratory and Field Ecology. London 1929.

Bodenheimer, F. S., und Mitarbeiter, Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. f. angew. Entom. 16, S. 433—450, 1930.

Escherich, K., Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstw. Centrlbl. Bd. 52, S. 525—546, 1930.

Friederichs, K., Die Grundfragen der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie Bd. I und II, Berlin 1930.

Martini, E., Zur Gradationslehre. Verhandl. d. Deutsch. Ges. f. angew. Entom. E. V. auf der VIII. Mitgl.-Versamml. in Rostock vom 24.—28. August 1930.

Zwölfer, W., Zur Theorie der Insektenepidemien (Versuch einer mathematischen Behandlung epidemiologischer Probleme). Biol. Zentrlbl. Bd. 50, Heft 12, 1930.

Zwölfer, W., Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens I. Untersuchungen zur Epidemiologie der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. (Hemipt. Het.). Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XVII, Heft 2, 1930.

Volterra, Vito., Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie. Paris, Gauthier-Villars et Cie., 1931.

Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz. I.

Standortsklima und Kleinklima in ihren Beziehungen zum Entwicklungsablauf und zur Mortalität von Insekten.

Von

Priv.-Doz. Dr. Ing. **Erwin Schimitschek.**

(Aus der Lehrkanzel für Forstschutz und forstliche Entomologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.)

(Mit 11 Abbildungen.)

Zur Erfassung des Einflusses, den die klimatischen Außenfaktoren auf den Entwicklungsgang und auf die Sterblichkeit der Insekten ausüben, ist es erforderlich, nicht nur die standardisierten meteorologischen Messungen, wie sie von den meteorologischen Stationen einer Gegend gewöhnlich aufgezeichnet werden, und die das „Menschenklima" charakterisieren zu betrachten, sondern insbesondere auch das Standortsklima und das Mikroklima, also das Klima des engsten Entwicklungsortes der Insekten.[1])

Die Angabe der mittleren Temperatur- und Feuchtigkeitswerte des Standortes kann bei Untersuchungen über den Entwicklungsgang und die Sterblichkeit der Insekten nicht genügend befriedigen. Neben der möglichst genauen Kenntnis der Temperaturschwankungen, also der Aufzeichnung der täglich (oder wenigstens in einem kleinen Zeitraum z. B. einer Woche) auftretenden Maxima und Minima, muß auch der Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf berücksichtigt werden, der am besten in einer, die Häufigkeitsverteilung aufzeigenden Tabelle dargestellt werden kann, hieraus kann nun die Dauer der einzelnen Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade in einem gewissen Zeitraum entnommen werden.

Um den erwähnten Verhältnissen näher treten zu können, wurde eine Anzahl von Beobachtungsreihen im Gebiete von Lunz durchgeführt. Ermöglicht wurden die Arbeiten durch das freundliche Entgegenkommen

[1]) Auf die Notwendigkeit solcher Untersuchungen wurde bereits von mehreren Autoren hingewiesen, in erster Linie von Escherich und Seitner, dann Bodenheimer, Friederichs, Schimitschek, Uvarov.

des Direktors der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, Prof. Dr. Wilhelm Schmidt[1]) und des Leiters der Biologischen Station Lunz, Prof. Dr. F. Ruttner.[2]) Die Biologische Station Lunz hat

[1]) Es ist äußerst zu begrüßen, daß die Österreichische Gesellschaft für Meteorologie unter Vorsitz Prof. Dr. Schmidts und auf Anregung desselben, im Februar 1930 eine „Erste landwirtschaftlich-meteorologische Tagung" in Wien einberufen hat. Ziel dieser Beratung war, festzustellen: 1. was an gesicherten und brauchbaren Unter-

Abb. 1. Übersichtskarte des Gebietes der bioklimatischen Stationen bei Lunz. Isohypsen von 100 zu 100 m, die geradzahligen Hunderter voll ausgezogen.

lagen die Wetterkunde heute bereits der Landwirtschaft (in weitestem Sinne als Forst- und Landwirtschaft) bieten kann. 2. Wieweit und unter welchen Bedingungen sie den ferneren Wünschen nachzukommen vermag, insbesondere wie die Beobachtungen und ihre Verwertungen ausgestaltet werden sollen. 3. In welcher Weise eine gegenseitig befruchtende gemeinsame Arbeit einzuleiten ist. — Bei dieser Tagung wurden eine Anzahl von Unterausschüssen und Arbeitsgruppen geschaffen. So auch der Unterausschuß (bestehend aus Schmidt, Zweigelt, Schimitschek) für „Kleinklima als maßgebend für die Entwicklung von Schädlingen". Dem Unterausschuß wurde von Seite der Meteorologie in jeder Weise Unterstützung zugesagt. (Dr. W. Schmidt: Erste landwirtschaftlich-meteorologische Tagung. Herausgegeben von der Österr. Ges. f. Meteorologie. Wien 1930.)

[2]) Das erforderliche Instrumentarium wurde von der Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft in Berlin beigestellt. Die biologische Station in Lunz stellte in freundlicher Weise einen Angestellten zur Verfügung, von diesem, Herrn Sepp Aigner wurden die wöchentlichen Ablesungen in dem oft schwer gangbaren Gebirgsterrain in unermüdlicher Weise besorgt.

gemeinsam mit Prof. Dr. W. Schmidt 1927 eine bioklimatische Stationsreihe im Gebiete der Lunzer Seen geschaffen.[1]) Hier war nun Gelegenheit geboten, an diese Stationsreihe kleinklimatisch-entomologische Versuche anzuschließen. Es wurden hierzu eine Anzahl geeigneter Stationen ausgewählt und in nächster Nähe der Stationen Fangbäume (Fi. und Lä.) geworfen, um die Beziehungen zwischen Kambialklima und Standortsklima in den verschiedenen Lagen festzustellen und die Einwirkungen dieser Faktoren auf den Entwicklungsgang und die Mortalität insbesondere des *Ips typographus* L. zu verfolgen.[2]) In Abb. 1 ist eine Übersichtskarte mit der Lage der Stationen wiedergegeben. Abb. 2 veranschaulicht in einem Höhenprofil die gegenseitige vertikale Lage der Stationen und der Fangbäume. Die Einzelheiten über die Lage

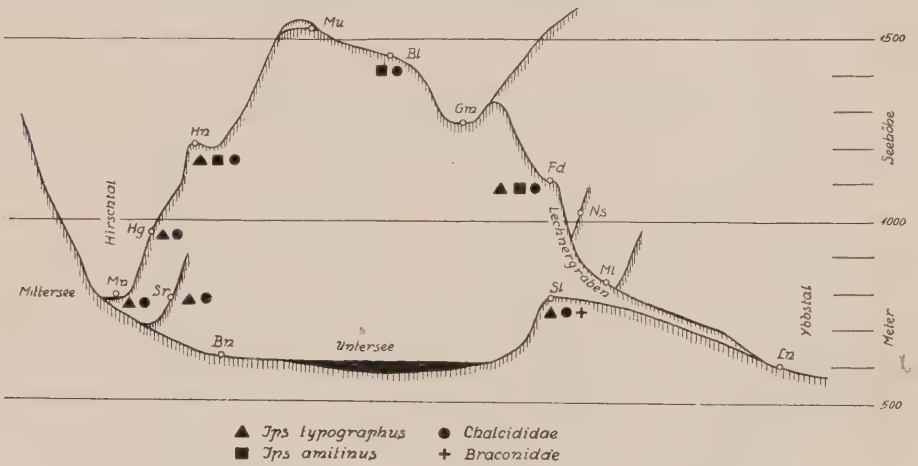


Abb. 2. Höhenprofil durch die Lunzer Stationen. (3fach überhöht.)

der Stationen und der Fangbäume sowie über die in den Fangbäumen eingebauten B. E. T. (= Baumextremthermometer) sind der Tabelle I zu entnehmen. Die Untersuchungen wurden 1930 durchgeführt, werden jedoch noch fortgesetzt werden.

Zur Charakterisierung der einzelnen Stationen sind in der Tabelle I auch die Maxima und Minima der Lufttemperatur an einem Schön- und an einem Schlechtwettertag angeführt.

Die einzelnen meteorologischen Beobachtungsstellen sind ausgerüstet mit einem Thermographen, alle mit Extremthermometern in 5, 30 und 100 cm über dem Boden und 5, 10 und 20 cm im Boden. Ferner mit Regenmessern, einige mit Niederschlagssammlern (Totalisatoren) und einige auch mit Hygrographen.

---

[1]) Schmidt, Bioklimatische Untersuchungen im Lunzer Gebiet. Die Naturwissenschaften 1929, 17. Jahrg. H. 11, S. 176 ff.

[2]) Die Dr. Kuppelwiesersche Forstverwaltung Lunz ließ in entgegenkommender Weise die Fangbäume fällen.

Tabelle I.

Name der Station	Abkürzung	Seehöhe m	Lage	Boden	Lage der Fangbäume	Baumextremthermometer	Schönwettertag 5. 7.		Schlechtwettertag 9. 8.	
							Max.	Min.	Max.	Min.
Schreier	Sr.	780	Hang exponiert gegen ONO	Schutthalde Dachsteinkalk	100 m unter Felswand, zwischen Buchenjungbestand und Südrand eines 85jähr. Bestandes 0,6 Fi, 0,3 Bu, Lä. Lage N—S. Länge 15 m, Kronenansatz 8,5 m	2 B.E.T. in $1^1/_2$ m Entfernung vom unteren Stammende. 1 B.E.T. an der Stammoberseite, 1 B.E.T. an der Stammunterseite	32,5	14,1	10,9	8,2
Mitterseeboden	Mn.	770	Talboden	Alluvium	Am NNW-Rand eines im Talboden stokkenden 70jähr. Fichtenbestandes. Vom Bestandesrand hinaus gefällt. Eben. Lage: NW—SO, Länge 14 m, Kronenansatz 6 m (75jährig)		30.4	10,6	11,6	8,6
Höhersteinschlag	Hg.	970	Hang	Dachsteinkalk	Auf Bestandesblöße (16 × 24 m), Bestand Fi 0,7, Bu, Aho 0,3. Lä, eingesprengt. Lage W—O, Länge 17 m, Kronenansatz 12 m (70jährig)	2 B.E.T. in 9 m Entfernung vom unteren Stammende. 1 B.E.T. an der Stammoberseite. 1 B.E.T. an der Stammunterseite	29,6	17,3	18,6	9,8
Höherstein	Hn.	1230	Plateauvorsprung	Dachsteinkalk	Auf kleiner Blöße in sehr räumdigem Fichtenbestand. Alter 70. Aho, Bu eingesprengt. Lage W—O. Länge 13 m. Alter 70	1 B.E.T. in $1^1/_2$ m Entfernung vom unteren Stammende. OS	28,9	18,4	6,8	5,5
Bärental	Bl.	1460	Plateau	Dachsteinkalk	Räumdige Fichtengruppen. Lage NW—SO. Länge 12 m. Kronenansatz 6 m. Alter 65	1 B.E.T. in 30 cm Entfernung vom unteren Stammende OS.	27,0	13,9	6,7	5,4
Gstettneralm	Gm.	1270	Dolinenboden	Dachsteinkalk	Hier keine Fangbäume, nur Latschengruppen		25,6	4,6	7,0	5,2
Finstergstaud	Fd.	1110	Querriegel in stark abfallendem Tal	Dolomit und Kalk	Im Fichtenbestand über Schneise und im Bestandesinneren. Alter 95. Lage SW—NO und O—W. Länge 12 m. Kronenansatz 8 m		32,0	14,2	7,0	6,0
Seekopfsattel	Sl.	790	Paßlage	Lunzer Sandstein	Südexposition. Im geschlossenen Bestand. Kronendach teilweise lückig (0,7—0,8). Alter 80 und 45. 0,8 Fi, 0,3 Bu. Lage N—S	1 B.E.T. in der Stammitte 8 m vom unteren Stammende a. der Stammoberseite	30,2	9,9	8.3	6,0

Die Fällung der Fangbäume erfolgte im Mai 1930. Die Fangbäume wurden in der nächsten Nähe der Stationen geworfen, die am weitesten entfernten lagen unter 60 m Entfernung von der Station. In den liegenden Fangbäumen wurden nun Baumextremthermometer in die Kambialzone eingebaut, und zwar an der Oberseite der liegenden Stämme, oder an der Ober- und Unterseite der Fangbäume. (Die genaue Einbaustelle ist in Tabelle I angeführt.) Der rechtwinkelig abgebogene Schenkel (Das Gefäß) des B. E. T., der 5—10 cm lang ist, wurde in ein vorgebohrtes Loch genau in die Kambialzone eingeführt und saß fest, ohne zu schlenkern. Es kamen Minima-Maxima-Thermometer (Six-Thermometer) zur Anwendung, um die wöchentlichen Extremwerte in der Kambialzone erfassen und mit den wöchentlichen Extremen der Luft (abgelesen an Luftextremthermometern L. E. T. in der entsprechenden Höhe über dem Boden) in Vergleich setzen zu können. Thermoelektrische Meßmethoden konnten 1930 nicht durchgeführt werden, sind aber für 1931 in Aussicht genommen. Es erscheint erforderlich, die weitere Mikrostruktur des Kambialklimas in der Längs- und Umfangrichtung des Stammes genau zu erfassen.

Nachstehend sind zunächst die Untersuchungsergebnisse über *Ips typographus* L. und zum Teil auch über *Ips amitinus* Eichh. angeführt. Die Untersuchungen erstrecken sich durchwegs auf liegende Fangbäume.[1])

Schwärmen und Schwärmbeginn.

Das Schwärmen des *Ips typographus* und zum Teil auch des *Ips amitinus* setzte in der Zeit vom 27. Mai bis 2. Juni ein. In der Zeit vorher war kein Schwärmen und auch kein Anflug zu verzeichnen (mit Ausnahme in Sl.). In Sr., Hg., Sl., begann das Schwärmen mit 27. Mai, in Mn. am 30. Mai, um an Dichte und Intensität immer mehr und mehr zuzunehmen. Der Hauptschwarm vollzog sich in der Zeit vom 30. Mai bis 16. Juni, nach dem 16. Juni waren nur mehr Nachzügler zu verzeichnen.

Während z. B. in Sr. am 27. Mai der erste ganz vereinzelte Anflug zu konstatieren war, setzte dichteres Schwärmen am 28. Mai ein. Ein Vergleich der Tagestemperaturen ergibt nun, daß in allen Stationen mit Ausnahme des Sl. 10° C nicht überschritten wurden. Am 28. dagegen traten an allen Stationen zu Mittag Lufttemperaturen von 20° C und darüber auf.

In Tabelle II erscheint die Häufigkeitsverteilung der Lufttemperatur in der Woche vor Schwärmbeginn und in der Woche des Schwärmbeginnes

[1]) In Aussicht genommen sind auch Untersuchungen der Kambialtemperaturverhältnisse in stehenden, gesunden Bäumen und in geringelten Fangbäumen. Über die Temperaturverhältnisse stehender gesunder Bäume liegen bereits Untersuchungen vor: Gerlach: Untersuchungen über die Wärmeverhältnisse der Bäume. Dissertation. Universität Leipzig 1929.

Tabelle II.

Häufigkeitsverteilung der Lufttemperatur in Doppelstunden an den einzelnen Stationen in der Woche vor Schwärmbeginn (20. bis 26. Mai) und in der Woche des ersten Schwärmens (27. Mai bis 2. Juni). (Stationsdaten.)

Temperatur in °C	20. 5. bis 26. 5.								27. 5. bis 2. 7.							
	Sr.	Mn.	Hg.	Hn.	Bl.	Gm.	Fd.	Sl.	Sr.	Mn.	Hg.	Hn.	Bl.	Gm.	Fd.	Sl.
—4∼0		1			4	9										
01.—5	7	14	11	14	20	22	22	14		4			11	13		
5,1—10	25	26	36	45	46	41	38	26	4	22	16	15	26	22	31	11
10,1—12	19	19	16	12	10	8	10	8	8	13	9	7	4	7	8	10
12,1—20	33	24	21	13	4	4	14	31	31	31	49	40	39	38	30	32
20,1—25									**15**	**14**	**9**	**10**	**4**	4	**13**	**24**
25,1—30									**3**		**1**				**2**	**1**
über 30																

verzeichnet. Der Anflug setzte ein mit der Zunahme der Stundenzahl, die eine Temperatur von über 12° C aufzuweisen hatte. Der Beginn des Schwärmens fällt in die Woche, die eine größere Anzahl von Stunden über 12° C als unter 12° C aufzuweisen hat. In der Woche, die über 40 Doppelstunden über 12° C, also mehr als unter 12° C, aufzuweisen hatte und in der Temperaturen von 20° C erreicht bezw. überschritten wurden, setzte das Schwärmen ein. In der Woche vor Schwärmbeginn wurden Temperaturen von über 20° C überhaupt nicht erreicht. Das Erreichen bezw. Überschreiten dieses Wertes ist für die Auslösung des Schwarmbeginnes von hoher Bedeutung! Nachher, bei einmal eingesetztem Schwärmen erfolgt der Anflug auch bei tieferen Temperaturen, vorausgesetzt, daß nicht gleichzeitig eine Regenperiode eingetreten ist. Ausdrücklich hat bereits Seitner darauf hingewiesen, „daß insbesondere der Jungkäfer es ist, der hohe Ansprüche an ein richtiges Schwärmwetter macht".[1])

Nach Seitners Beobachtungen in Reichramming war im Schlechtwetterjahr 1922 das Schwärmen Anfang Juni bereits beendet. Mit steigender Höhe wird der Schwärmbeginn des *Ips typographus* im allgemeinen infolge des späteren Auftretens der entsprechenden Temperaturwerte und der kürzeren Dauer derselben gegenüber dem Hügelland und der Ebene verzögert.

Bereits beim Befall der Fangbäume in der Zeit vom 27. Mai bis 16. Juni erfolgte bei der Brutanlage durch die Weibchen des *typographus* eine Auswahl der Stammseiten in der Längs- und in der

[1]) Seitner, Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 und 1922. Centralblatt f. d. ges. Forstwesen 1923, S. 156, 158.

Umfangrichtung des Stammes, und zwar bei jenen Fangbäumen, die voller Sonne ausgesetzt waren. Ein schmaler Streifen, 5, stellenweise sogar bis 15 cm breit, wurde an der Stammoberseite derjenigen Fangbäume, die in der Schwarmzeit hier hohe Kambialtemperaturen aufzuweisen hatten, vom Befall ausgenommen. Entweder unterblieb das Einbohren überhaupt, oder aber wurden begonnene Muttergänge wieder verlassen, die Weibchen dürften sich an anderen Stellen zur Fortsetzung des Brutgeschäftes eingebohrt haben. Normale Brutanlagen begannen erst seitlich dieses schmalen Streifens, der in dem Stück zwischen Kronenansatz und unterer Hirnfläche im allgemeinen um so breiter war, je dünner die Rinde wurde. In den Fangbäumen, deren Kambialtemperaturen an der Stammoberseite Maxima von über 40 ° C während der Schwarmzeit aufzuweisen hatten, unterblieb die Anlage von Bruten in der allerobersten Zone der Stammoberseite.[1]) Es liegt also ein ausgesprochener Wärmesinn des Mutterkäfers vor. Solche Maxima der Kambialtemperatur kamen zustande in Sr. (47,4 °—47,8 ° C); Hg. (46,2 °—46,8 ° C); Hn. (40,4 ° bis 44,3 ° C). Siehe Abb. 3. Die Lufttemperaturmaxima in gleicher Höhe lagen bedeutend niedriger. (Sr. 27,8 ° C; Hg. 29,0 ° C; Hn. 31,2 ° C).

Bei jenen Fangbäumen, deren Kambialtemperaturen während der Schwarmzeit an der Stammoberseite unter 40 ° C lagen (Bl.; Sl.), erfolgte auch an der ganzen Stammoberseite normaler Befall.

Der Einfluß des Kambialklimas und des Standortklimas auf die Sterblichkeit.

Bevor auf die Einzelheiten näher eingegangen wird, soll ein allgemeiner Vergleich zwischen den Kambialtemperaturextremen und den Lufttemperaturextremen gleicher Höhe über dem Boden gezogen werden. Siehe Abb. 3a—e. Aus dem Vergleich der graphischen Darstellungen ergibt sich:

Die Kambialtemperaturmaxima der Stammunterseite sind bedeutend niedriger als die Lufttemperaturmaxima in gleicher Höhe. Die Kambialtemperaturmaxima der Stammoberseite überschreiten weit die Kambialtemperaturmaxima der Stammunterseite und die Lufttemperaturwerte in gleicher Höhe. — Die Kambialtemperaturminima der Stammoberseite liegen höher als die Lufttemperaturminima in gleicher Höhe. Die Kambialtemperaturminima der Stammunterseite liegen höher als die Kambialtemperaturminima der Stammoberseite und als die Lufttemperaturminima in gleicher Höhe. Mit anderen Worten: Das Kambialklima der Stammunterseite ist in bezug auf die Temperaturverhältnisse ausgeglichener als das Luftklima in gleicher Höhe und bedeutend ausgeglichener als das

[1]) Über die Befalldichte wird Herr Ing. Krenn die von ihm hier gesammelten Daten veröffentlichen.

Kambialklima der Stammoberseite, dieses ist am extremsten, es ist auch viel extremer als die Lufttemperaturen in gleicher Höhe.

Die Temperaturverhältnisse der Kambialzone des liegenden Fangbaums sind am ausgeglichensten im geschlossenen Bestand (Sl.), hier

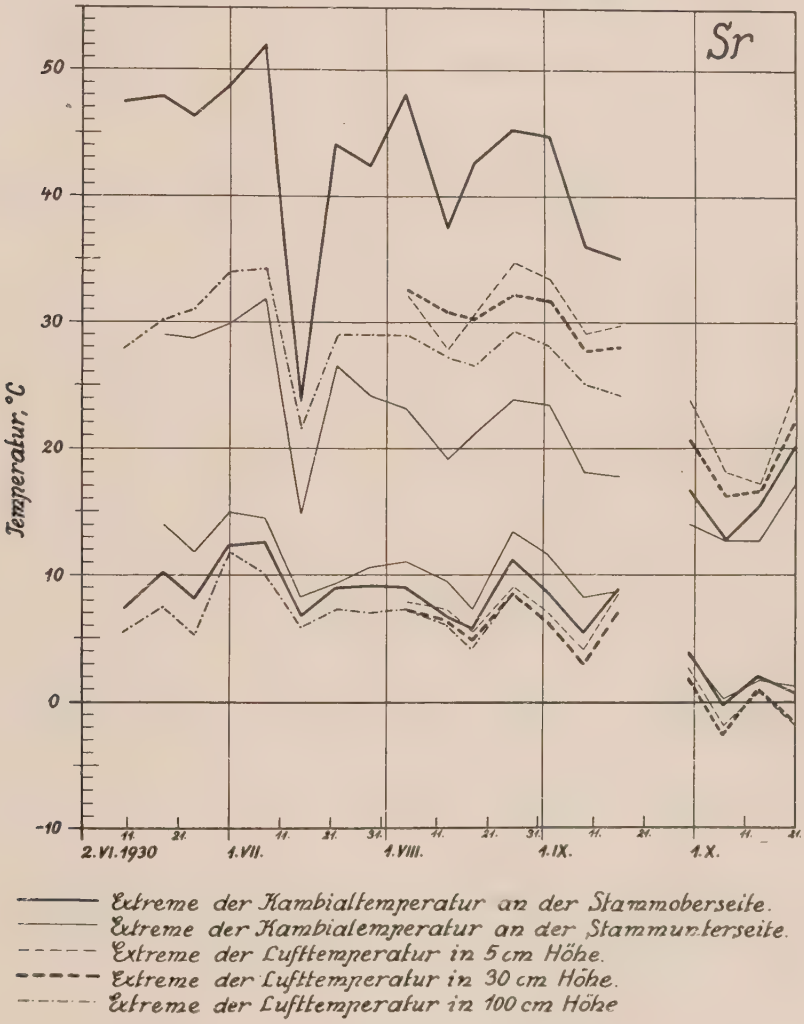


Abb. 3a.

nähern sie sich am meisten den Temperaturverhältnissen der Luft in gleicher Höhe; am extremsten waren sie in der Hangstation Sr., wo der Fangbaum frei, also nicht im Bestand lag. Mit zunehmender Dichte des Bestandesschlusses wird das Kambialklima des liegenden Fangbaums hinsichtlich der Temperaturverhältnisse immer ausgeglichener. Es ist dies auch erklärlich aus der fortfallenden Insolation und aus der Tatsache,

daß die Temperaturunruhe die im Wald an und für sich geringer als im Freiland ist, nach den Untersuchungen Geigers[1]) vom Kronendach des Bestandes nach unten zu abnimmt und über dem Waldboden ihren geringsten Wert erreicht.

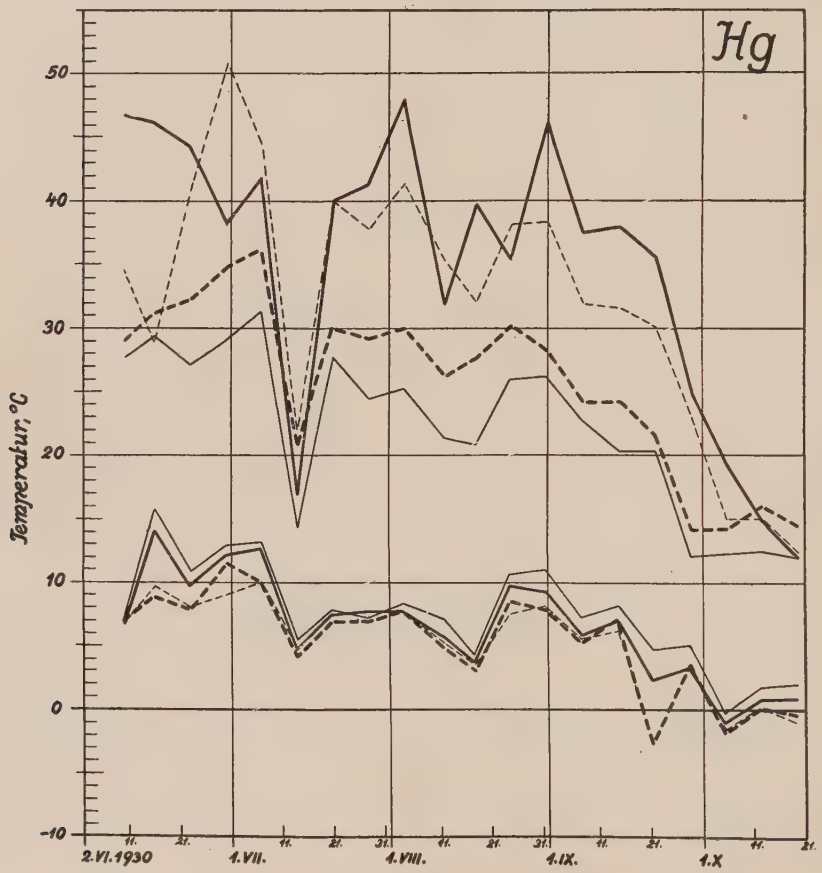


Abb. 3b.

Der verschiedene Verlauf der Temperaturen und der Feuchtigkeitsverhältnisse in den einzelnen Standorten und Kambialzonen hat natürlich auch eine unterschiedliche Wirkung auf die Sterblichkeit und den Entwicklungsablauf der sich in der Kambialzone entwickelnden Insekten

[1]) Geiger, Temperaturstruktur und Mikroklima. Meteorolog. Zeitschr. H. 11, 1930.

ausgeübt. Es seien auch weiterhin zunächst die bei *Ips typographus* und *I. amitinus* vorgefundenen Verhältnisse herausgegriffen.

In der Zeit von der vollzogenen Brutanlage, demnach vom 16. Juni, wurden bis 20. Juli die Bruten ungestörter Weiterentwicklung überlassen. Eine frühere Kontrolle als am 20. Juli konnte leider nicht vorgenommen

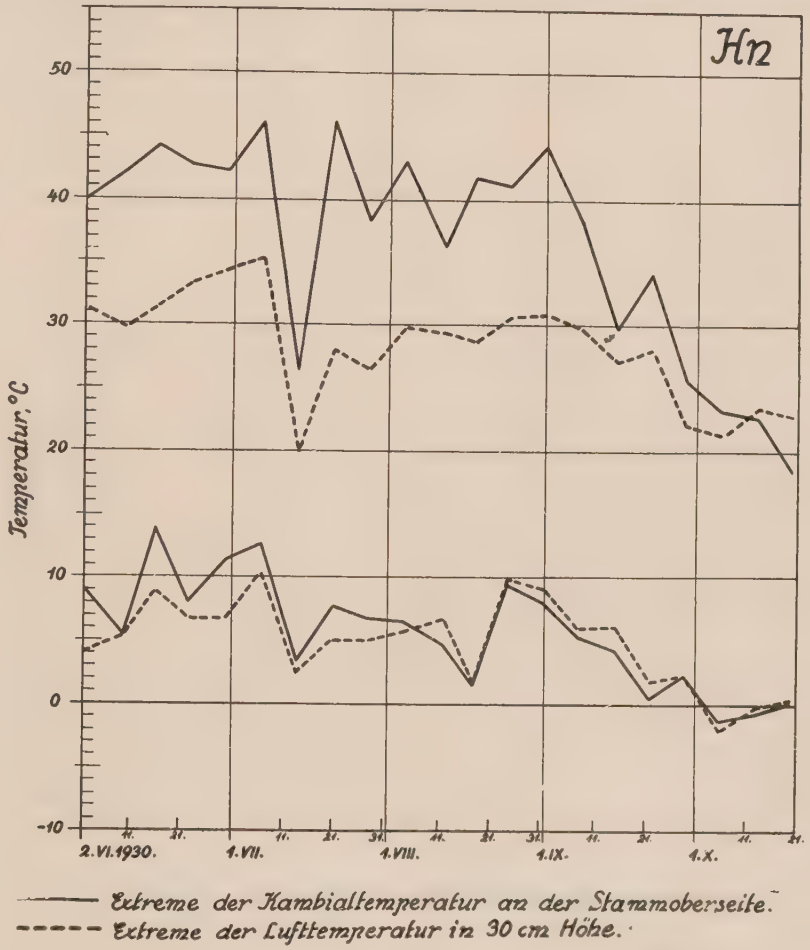


Abb. 3c.

werden. Die Bilder, die sich nun am 20. Juli darboten, waren äußerst verschieden und interessant.

An der Oberseite der Fangbäume lagen die Bruten zum größten Teil im halbwüchsigen Larvenzustand vor. Der größte Teil der Larven war aber an der Stammoberseite im Junglarvenstadium und auch noch zum Teil als halbwüchsige Larven den hohen Kampialtemperaturen zum Opfer gefallen, und zwar in den Fangbäumen der Stationen: Sr., Mn.,

Hg. und Hn. sowie Fd.[1]) In Sr. und Mn. war aber an einzelnen Stellen bereits ein Teil der Eier durch die hohen Kambialtemperaturen abgestorben. (Abb. 4 und 5.) Dagegen waren die Bruten an der Stammoberseite der Fangbäume in den Stationen Bl., Sl. und Fd.[2]) vollkommen intakt, die Sterblichkeit war hier gleich Null. Ein Vergleich der Kambialtemperaturen

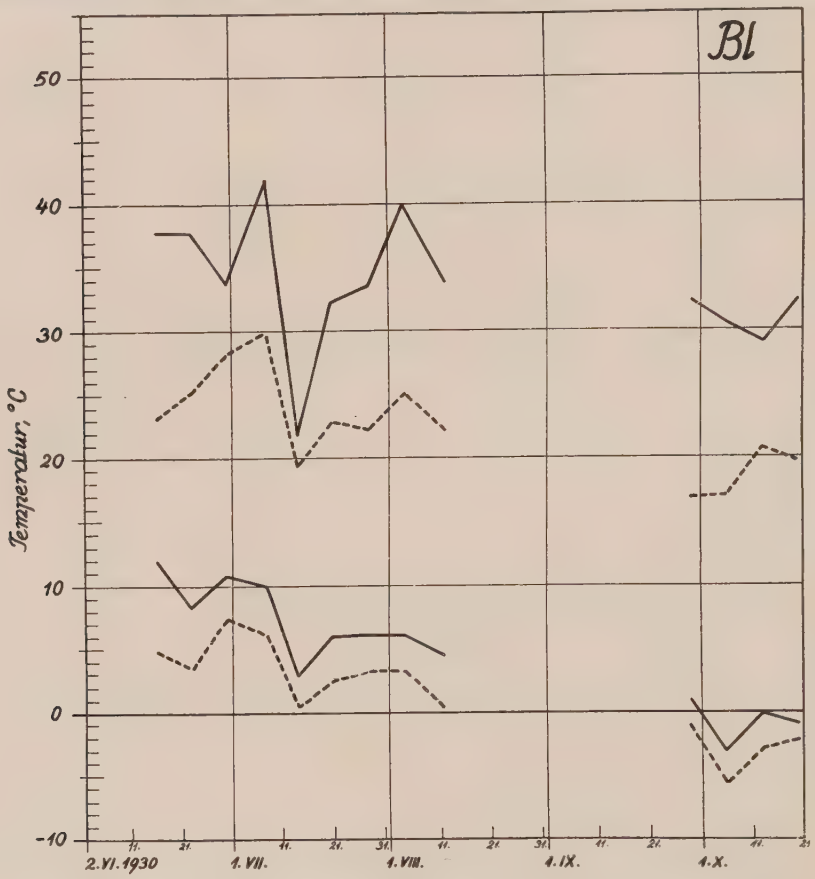


Abb. 3d.

(Abb. 3a, 3b, 3c, d, 3e) der einzelnen Fangbäume ergibt in den Stationen Sr., Hg., und Hn. für die Stammoberseite in der Zeit vom 10. Juni bis 22. Juli eine Anzahl von Maxima, die weit über 42° C lagen. Es ergaben sich: für Sr. 47°—52° C; für Hg. 44,3°—46,2° C; für Hn. 42,3°—46° C. Dagegen bei den Stationen, wo die Sterblichkeit auf der Stammoberseite gleich

[1]) Fangbäume außerhalb des Bestandes freiliegend.

[2]) Fangbäume im Bestandesinneren. (In Fd. lagen sowohl Fangbäume im Bestandesinneren wie auch außerhalb des Bestandes.)

Null war, lagen bedeutend niedrigere Kambialtemperaturmaxima auf den Stammoberseiten vor, in den Stationen Bl. und Sl. lagen die Maxima hier (mit Ausnahme eines Tages in Bl.) unter 37,8° C.! Es ergibt sich demnach: Das Auftreten von hohen Kambialtemperaturen von 42°—52° C auf der Stammoberseite der liegenden Fangbäume

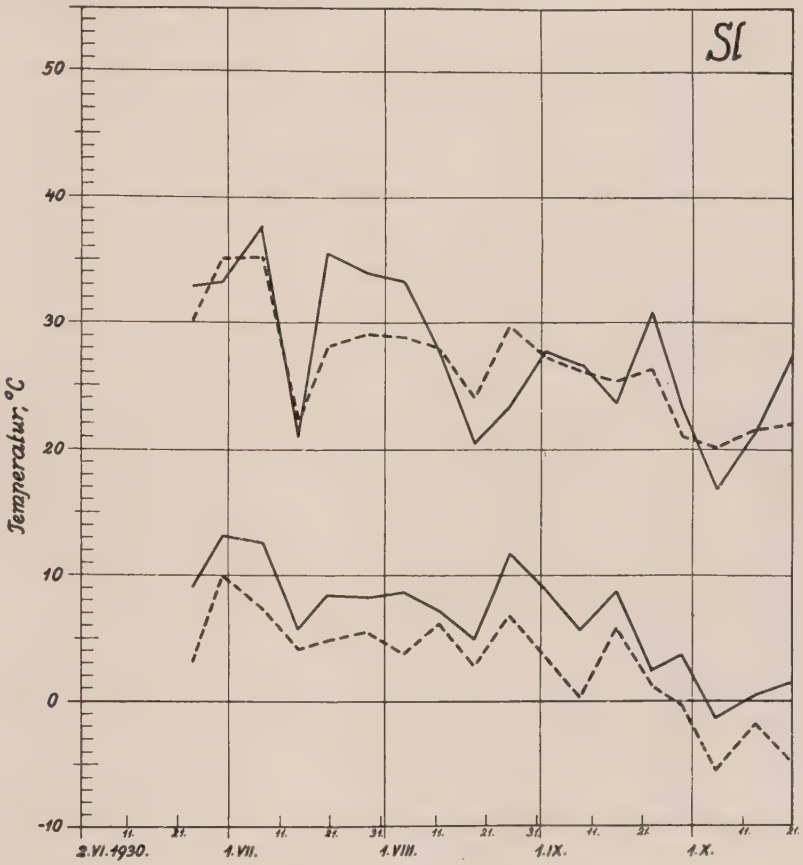


Abb. 3e.

bringt die Junglarven und auch noch halbwüchsige Larven des *Ips typographus* zum Absterben.

Ein Vergleich der Kambialtemperaturmaxima der Stammoberseite mit den Lufttemperaturmaxima in gleicher Höhe zeigt, daß die ersteren die letzteren weit überschritten. Wie aus den graphischen Darstellungen entnommen werden kann, lagen die Kambialtemperaturmaxima der Stammoberseite in den Fangbäumen der Stationen Sr., Hg. und Hn. in der Zeit vom 10. Juni bis 22. Juli um 4°—20° C über den Lufttemperaturmaxima

derselben Höhe über dem Boden. Sr. 16°—20° C, Hn. 8°—12° C und Hg. 4°—17° C.

Wie ein Vergleich der Werte der einzelnen Fangbäume in den einzelnen Stationen untereinander ergibt, ist die Differenz am geringsten im geschlossenen Bestand (Sl.) und dann am Plateau (Bl.), das einen sehr geringen Windschutz genießt und wo sich auch auf Grund der normalen Temperaturabnahme mit steigender Höhe im allgemeinen geringere Werte ergeben. Am größten ist die Differenz in der ausgesprochenen Schutzlage Sr., geringer am Hg., dessen Örtlichkeit doch schon die Verhältnisse einer größeren Lichtung[1]) zukommen (Durchmesser über 20 m), geringer in Hn., was wohl auch auf größere Windwirkung (freiere Lage, Plateauvorsprung) zurückzuführen sein dürfte. In Mn. und Fd. waren leider noch keine B. E. T. eingebaut. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die Notwendigkeit von Winduntersuchungen und auch Windstrukturuntersuchungen hingewiesen, wie sie von Schmidt angebahnt wurden.

Abb. 4. Eier und Larven des *Ips typographus* L. auf der Stammoberseite durch hohe Kambialtemperaturen abgestorben.

Die eben beleuchteten Verhältnisse beweisen, daß die Betrachtung von Mittelwerten der Temperatur durchaus nicht ausreichend ist für die Erfassung des Naturgeschehens in seinem Zusammenhang mit den klimatischen Faktoren, sondern daß die Extremwerte und insbesondere die Extremwerte des engsten Entwicklungsortes der Insekten

[1]) Im Gebirge, wenigstens am S-, SO- und SW-Hang, dürfte die Größe der Blöße, der noch das Klima des Bestandesinneren zukommt, kleiner sein als in der Ebene und zwar besonders mit Rücksicht auf das Seitenlicht und die Insolation.

herangezogen werden müssen. Die Sterblichkeit ist in hohem Maße von diesen Werten bedingt.

Festzustellen wäre noch, ob bei einem hohen Feuchtigkeitsgehalt des Nährsubstrates der Wärmetod verzögert wird, ob mit der Steigerung des Feuchtigkeitsgehaltes des Nährsubstrates der Wärmetod erst bei einer höheren Temperatur eintritt, als bei geringem Feuchtigkeitsgehalt desselben.

Wenn wir nun die Mortalität auf Grund der hohen Kambialtemperaturen graphisch darstellen, so ergibt sich für die Fangbäume der betroffenen Stationen das in Abb. 6 wiedergegebene Bild. Der Stammumfang bildet die x-Achse, der Prozentsatz der durch hohe Kambialtemperaturen abgestorbenen Larven ist auf der y-Achse aufgetragen. Die Daten beziehen sich auf die Stammitte und gleiche Stärke.

Der größte Hundertsatz abgestorbener Larven auf der Stammoberseite ergab sich in den Fangbäumen der Stationen Sr. und Mn., geringer war er in Hg. und noch geringer in Hn. Demgegenüber ergab sich in Sl. und Bl. überhaupt keine Sterblichkeit der Brut. Daß der größte Hundertsatz in Sr. und in Mn. abgestorben war, erklärt sich aus den besonders hohen Kambialtemperaturen der Stammoberseite in Sr. Hier werden die hohen Temperaturen, wie der Häufigkeitsverteilung der Lufttemperatur entnommen werden kann, auch am längsten gewährt haben.

Abb. 5. Larven des *Ips typographus* L. auf der Stammoberseite durch hohe Kambialtemperaturen abgestorben.

Nicht nur in der Umfangsrichtung des Fangbaumes liegt ein Temperaturgefälle vor, das die Mortalität beeinflußt, sondern auch in der Längsrichtung des Stammes, dieses soll Gegenstand kommender Untersuchungen sein. Nachstehende Tabelle ergibt die Mortalität in der Längsrichtung des Stammes auf der Südseite des Fangbaumes beim Übergang von der Oberseite zur Seite in der Station Sr.

1 m	vom	unteren	Stammende:	abgestorbene	Larven	10 %
2 „	„	„	„	„	„	42 „
3 „	„	„	„	„	„	47 „
4 „	„	„	„	„	„	58 „
5 „	„	„	„	„	„	72 „
6 „	„	„	„	„	„	80 „
7 „	„	„	„	„	„	90 „

Außerhalb der Krone des Fangbaumes gilt: je dünner die Borke, desto größer ist bei hohen Kambialtemperaturen die Sterblichkeit auf der Stammoberseite.

Die große Sterblichkeit durch hohe Kampialtemperaturen erfolgte im vorliegenden Fall bei *Ips typographus* im Eistadium, hauptsächlich aber im Junglarvenstadium bis zur halbwüchsigen Larve. Die größere Empfindlichkeit früherer Stadien bezw. von Jungtieren hohen Außentemperaturen gegenüber, liegt nicht nur bei Poikilothermen vor, sondern, wie aus den Arbeiten Stiglers hervorgeht, auch bei Homöothermen.[1])

Während die Mortalität der Junglarven in hohem Maße von der Kambialtemperatur beeinflußt wurde, war für die Sterblichkeit der älteren Larven und Puppen eine deutliche Abhängigkeit von den Verhältnissen der relativen Luftfeuchtigkeit, insbesondere von der Häufigkeitsverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit zu erkennen. Es ist natürlich, daß die relative Luftfeuchtigkeit den absoluten Feuchtigkeitsgehalt der Kambialzone beeinflußt, dazu treten noch Insolation und Wind, als weitere beeinflussende Faktoren.

Während vor dem 21. Juli ein Absterben der Brut an der Stammoberseite infolge hoher Kambialtemperaturen erfolgte, ein schließliches Vertrocknen der Larven in der Oberseite der Fangbäume der Stationen Sr., Mn., Hg., Hn. und teilweise auch Fd., festzustellen war, ergab sich schon bei der Kontrolle am 3. August, daß in den Brutanlagen der Stammunterseite, die bisher vollkommen intakt waren, und zwar der Fangbäume in Sr. und Mn., einzelne Larven abgestorben waren. Die Sterblichkeit steigerte sich in den Brutanlagen der Stammunterseite der Fangbäume in den genannten Stationen immer mehr und mehr, und erreichte schließlich an der Stammunterseite des Fangbaumes in Sr. 92 % und in Mn. stellenweise bis 75 %. Dagegen war bei den Fangbäumen der anderen Stationen keine Sterblichkeit der Larven und Puppen auf der Stamm-

[1]) Stigler, Vergleichende Untersuchungen der physiologischen Wärmeregulation bei Steigerung der Körpertemperatur infolge hoher Außentemperatur, bei Fieber und Hitzschlag. Arch. f. exper. Pathologie. u. Pharmakologie 1930, Bd. 155, Heft 3/6, S 276. Stigler wirft in dieser interessanten Arbeit auch die Frage auf, ob zwischen der Konstanz der Körpertemperatur und den geistigen Fähigkeiten ein so inniger Zusammenhang besteht, daß er sich auch innerhalb der Gruppe der Homöothermen selbst zeigt. Stigler fand nämlich, daß der Nager gegen hohe Außentemperaturen thermolabiler ist, als der Mensch und das Raubtier.

unterseite zu verzeichnen. Die abgestorbenen Larven und Puppen wiesen keinerlei Vertrocknungserscheinungen auf, sie waren feucht, entsprechend der sehr großen Feuchtigkeit der Kambialzone der Stammunterseite. Der Tod wurde hier durch zu hohe Feuchtigkeit, zu geringe Verdunstungsmöglichkeit der Tiere herbeigeführt. Die absolute Feuchtigkeit des Nährsubstrates muß auch in diesem Fall eine Rolle spielen.

Ein Vergleich der Häufigkeitsverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur laut Aufzeichnungen der Thermo- und Hygrographen für die Zeit vom 21. Juli bis 4. August (am 4. August waren die ersten toten Larven auf der Stammunterseite zu beobachten), ergibt sich aus nachstehenden Tabellen (III und IV):

Tabelle III.

Häufigkeitsverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit in der Zeit vom 22. Juli bis 4. August in Doppelstunden (Stationsdaten).

Relative Luftfeuchtigkeit	Sr.	Mn.	Bl.	Hn.	Gm.
	Doppelstunden				
kleiner als 50	—	5	4	3	5
51— 65	2	20	20	30	20
66— 80	29	40	48	45	47
81— 90	47	28	51	46	48
91—100	**90**	**75**	45	44	48

Tabelle IV.

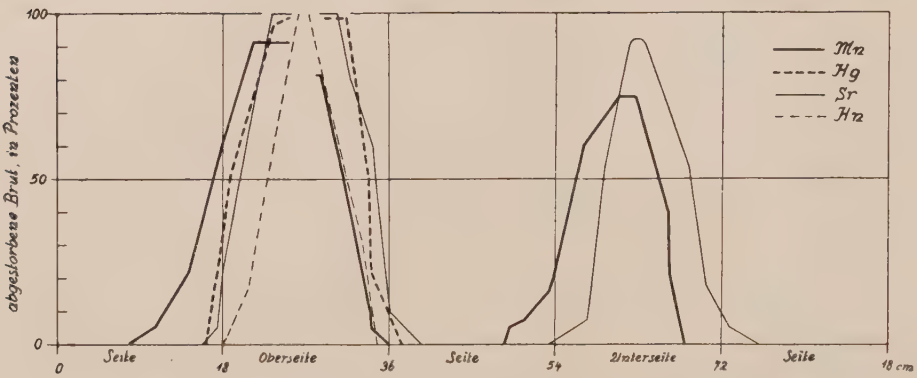
Häufigkeitsverteilung der Lufttemperatur in der Zeit vom 22. Juli bis 4. August in Doppelstunden (Stationsdaten).

Lufttemperatur in °C	Sr.	Mn.	Bl.	Hn.	Gm.
	Doppelstunden				
0— 5	—	—	1	—	3
5—10	17	32	60	53	64
10—12	30	40	39	27	31
12—20	104	65	60	83	67
20—25	16	9	8	5	4
25—30	1	2	—	—	—

Die Larvensterblichkeit auf der Stammunterseite der Fangbäume setzte in jenen Stationen (Sr., Mn.) ein, die eine große Doppelstundenzahl mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit aufzuweisen hatten, und zwar bei gleichzeitig geringer Doppelstundenzahl der Lufttemperatur unter dem Entwicklungsnullpunkt.[1])

[1]) Es sei gleich hier bemerkt, daß der Entwicklungsnullpunkt nach den Henningschen Zuchtdaten auf Grund der Hyperbelmethode ermittelt, 12° C ergibt. Eigene Thermostatversuche konnten in Ermangelung der geeigneten Apparatur leider nicht gemacht werden. Als Entwicklungsnullpunkt der Lufttemperatur kommt aber nicht der Wert 12° C in Frage, sondern 10° C, da die Temperatur in der Kambialzone langsamer absinkt; siehe später.

Wie bereits betont, nahm die Sterblichkeit der Larven und der Puppen an der Stammunterseite der Fangbäume der Stationen Sr. und Mn. weiterhin zu, während die Bruten der Stammunterseiten der Fangbäume bei den anderen Stationen durchwegs intakt blieben. Abb. 7 veranschaulicht



Mortalität an der Stammoberseite verursacht durch hohe Cambialtemperaturen.

Abb. 6.

Mortalität an der Stammunterseite verursacht durch hohe relative Luftfeuchtigkeit.

Abb. 7.

die Sterblichkeit der Bruten an der Stammunterseite der Fangbäume in Sr. und Mn., wie sie im September vorlag.

Deutlich gehen die Verhältnisse der relativen Luftfeuchtigkeit aus der nachstehenden Tabelle über die Häufigkeitsverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Stationen während der Entwicklungszeit des *Ips typographus* hervor.

Tabelle V.

Häufigkeitsverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit während der Zeit vom 24. Juni bis 22. November in Doppelstunden (Stationsdaten).

Relative Luftfeuchtigkeit	Sr.	Mn.	Bl.	Hn.	Gm.
	Doppelstunden				
unter 50	1	46	29	36	35
51— 65	32	141	161	184	108
66— 80	197	226	264	272	235
81— 90	231	199	266	258	236
91—100	**623**	**477**	304	268	**408**

Die größte Anzahl von Doppelstunden mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 91—100 zeigen die Stationen Sr. und Mn. Dagegen weisen die Stationen Bl. und Hn., bei denen an den Unterseiten der Fangbäume keine abgestorbenen Larven und Puppen feststellbar waren, eine bedeutend geringere Anzahl von Doppelstunden mit so hoher relativer Feuchtigkeit auf.

Auch hier bei der relativen Luftfeuchtigkeit ergibt sich wieder die Notwendigkeit der Erfassung der Häufigkeitsverteilung der Schwankungen.

Tabelle VI.

Dampfdruck zu den einzelnen Tagesstunden am 4. Juli 1930 (Stationsdaten).

Station	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	0
Mn. . . .	9,3	8,6	8,5	9,3	8,8	7,8	7,9	5,7	9,8	10,0	10,2	9,6
Sr.	10,8	10,2	11,3	**24,1**	**22,0**	**20,3**	16,0	14,3	14,3	13,7	11,9	13,5
Hn. . . .	7,7	7,4	8,3	9,4	8,9	9,2	8,8	10,0	8,6	8,2	8,7	8,6
Gm. . . .	4,4	7,5	7,0	7,5	7,9	7,9	6,9	7,5	8,9	9,0	7,5	5,9

Wir müssen in Zukunft womöglich, wie schon Geiger betont hat, die Schwankungen als Standortsfaktor unbedingt berücksichtigen.

Die relative Feuchtigkeit in der Höhe der Unterseite der liegenden Fangbäume wird natürlich noch höher gewesen sein, bezw. länger angedauert haben, als sie von den normal aufgestellten Hygrographen verzeichnet wurde, da ja die Windunruhe knapp über dem Boden am geringsten ist. In Zukunft sollte womöglich, wenigstens stichprobenweise, der Gang der Luftfeuchtigkeit in den verschiedenen Luftschichthorizonten berücksichtigt werden.

Abb. 8. Verpilzter Käfer (*Ips typographus* L.). Das weiße Mycel erfüllt die Ernährungsfraßgänge.

Abb. 9. Fruchtkörper von *Schicophyllum commune*.

Bei Geigers Untersuchungen bedeuteten z. B. Differenzen von 30 % auf 1 m vertikale Entfernung noch keine besondere Ausnahme.

Besonders hervorzuheben wären noch die Dampfdruckverhältnisse in den in Frage stehenden Stationen. Insbesondere Sr., wo auch die größte Sterblichkeit an der Unterseite vorlag, zeigt ganz außerordentlich hohen

Dampfdruck. In vorstehender Tabelle (VI) sind die Verhältnisse vom 4. Juli herausgegriffen.

Jedenfalls ist das in den Stationen Sr. und Mn. langandauernde hohe relative Luftfeuchtigkeitsmaximum für die große Sterblichkeit der Bruten an der Stammunterseite verantwortlich zu machen. Bemerkt sei noch, daß die abgestorbenen Larven und Puppen weder Mykosen noch Bakteriosen aufwiesen. Allerdings wurden später, Ende September, auch vereinzelte von Pilzmycel durchwachsenen Käfer und Puppen (keine Larven) gefunden. Solche fanden sich aber auch an anderen Stationen wie z. B. Bl. und Sl. Ob sie schon vorher abgestorben waren, konnte natürlich nicht mehr festgestellt werden, aus dem Mycel brachen Fruchtkörper von *Schizophyllum commune* hervor, dieser Pilz tritt an und für sich im Gebirge an abgestorbenen Hölzern, die noch die Rinde tragen, sehr häufig auf (Abb. 8 und 9).

* * *

Es ergab sich also in den Fangbäumen der Stationen Sr., Mn., Hg. und Hn. eine hohe Sterblichkeit der Junglarven bis halbwüchsigen Larven an der Stammoberseite infolge der hier aufgetretenen hohen Kambialtemperaturmaxima. Außerdem in den Fangbäumen der Stationen Sr. und Mn. eine hohe Mortalität der halbwüchsigen und älteren Larven und Puppen an der Stammunterseite infolge der hier herrschenden langandauernden relativen Luftfeuchtigkeitsmaxima. Die Stammquerschnitte ergaben folgende Durchschnittsbilder (Abb. 10):

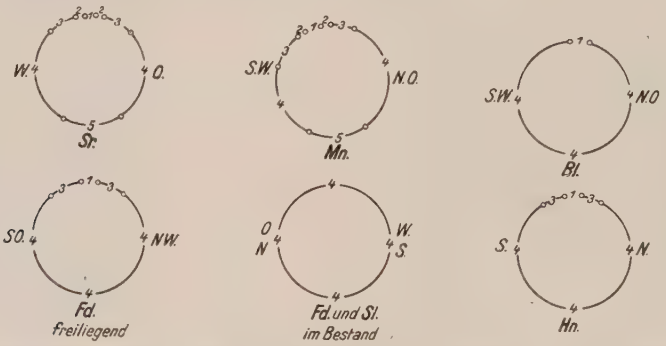


Abb. 10. Stammquerschnitte aus der Mitte der Fangbäume: Die Fangbäume auf der Unterseite aufliegend. *1* kein Befall; *2* Eier abgestorben; *3* Larven durch hohe Kambialtemperaturen abgestorben; *4* normale Entwicklung, keine oder geringfügige Mortalität; *5* Larven und auch Puppen durch hohe relative Luftfeuchtigkeit abgestorben.

Der Entwicklungsablauf in den Fangbäumen der einzelnen Stationen.

In der tabellarischen Zusammenstellung, Tabelle VII, erscheinen die Entwicklungsverhältnisse des *Ips typographus* L. und zum Teil auch des *Ips amitinus* Eichh. in den Fangbäumen der einzelnen Stationen kurz

zusammengefaßt. Hierzu sei bemerkt, daß in den tiefer liegenden Stationen Sr., Mn., Hg. und Sl. von den Achtzahnern der *Typographus*-Gruppe nur *Ips typographus* auftrat, und zwar nur an der liegenden Fichte, die Lärchenfangbäume wurden ebensowenig befallen wie die stehenden geringelten Fichten. In den Fangbäumen der Station Fd. (1100 m) trat in geringem Maß *Ips amitinus* hinzu, in größerem Maße in Hn. (1230 m), während in Bl. (1460 m) *Ips amitinus* allein vorlag. Der Entwicklungsablauf der beiden Tiere stimmte in den Stationen Hn. und Fd. überein.

Im großen Durchschnitt war die Generation in dem Untersuchungsgebiet 1930 eine einfache; doch ergaben sich in den Fangbäumen der einzelnen Stationen entsprechend dem verschiedenen Standorts- und Kambialklima Unterschiede, auf die im folgenden hingewiesen wird. Wäre der sommerliche Wettersturz nicht erfolgt, so würden sich noch viel greifbarere Unterschiede ergeben haben.

Die größte Entwicklungsgeschwindigkeit, die kürzeste Entwicklungsdauer lag in den Fangbäumen der Station Sr. vor. Hier waren schon einzelne Jungkäfer am 21. Juli geschlüpft. Kürzeste Entwicklungsdauer demnach vom 1. Juni bis 21. Juli = 51 Tage. Diese kürzeste Entwicklung ergab sich hier in dem an die Sterblichkeitszone der Oberseite grenzenden Streifen der Oberseite. Am 21. September lagen hier nur noch geringe Mengen flugbereiter Jungkäfer vor, die dem Ernährungsfraß, bezw. Schlechtwetterfraß oblagen. Die im Durchschnitt günstigsten Entwicklungsbedingungen lagen in Sr. an den Seiten der freiliegenden Fangbäume vor. Sr. ist jene Station, die während der Entwicklungszeit des *Ips typographus* die höchsten Kambialtemperaturen, hohe Doppelstundenzahl hoher Lufttemperaturen, aber auch die höchste relative Luftfeuchtigkeit und sehr hohen Dampfdruck aufzuweisen hatte. Wie bereits erwähnt, lag hier die höchste Mortalität an der Stammober- und -unterseite vor, während an den Stammseiten die Entwicklung günstig war. Es ergab sich demnach, daß die höchste Entwicklungsgeschwindigkeit an der Stätte der größten Mortalität auftrat (nämlich bei den nicht abgestorbenen Resten der Stammoberseite und den Bruten der obersten Seiten). Die hier in Sr. auftretenden hohen Kambialtemperaturen waren an diesen Orten imstande, ein Gegengewicht gegen die verzögernd wirkende hohe relative Luftfeuchtigkeit zu bilden. Jedenfalls dürften aber auch gewisse Temperaturschwankungen entwicklungsbeschleunigend wirken.

Die Station Sr. hatte auch die höchste Stundenzahl der Lufttemperatur über dem Entwicklungsnullpunkt aufzuweisen (Entwicklungsnullpunkt = 12 ° C). Hierzu muß aber bemerkt werden, daß als Entwicklungsnullpunkt der Lufttemperatur nicht der tatsächliche Entwicklungsnullpunkt 12 ° C in Betracht kommt, der für die Kambialtemperatur in Frage kommt. Die Kambialtemperatur sinkt langsamer als die Lufttemperatur, es kommt gewissermaßen eine Verfolgungskurve zustande. Bei nicht zu tiefem und nicht zu lang andauerndem Absinken

Tabelle

		Sr.	Mn.	Hg.
1.	Erster Anflug	27. 5.	28. 5.	
2.	Intensiver Anflug	30. 5.	30. 5.	
3.	Dicht vollzogener Befall	13. 6.	13. 6.	13. 6.
4.	Schmaler Streifen an der OS frei vom Befall	+	+ dieser Streifen auf die SW verschoben, entsprechend der Lage des Stammes	+
5.	Junglärvchen liegen vor	13. 6. Larvengänge bis 2 cm. Larven längs der ganzen Muttergänge	13. 6. weniger Larven Großteil im Eistadium. Längste Larvengänge $1^1/_2$ cm	13. 6. längste Larvengänge $^1/_2$ cm
6.	20. 7. Brut an OS abgestorben	+	+ besonders an der oberen SW-Seite	+
7.	21. 7.	Erste 3 m vom unteren Stammende: OS: JK, meist: +! S: P, einzelne JK US: L, P einzelne +! Übriger Stamm: OS: +, einzelne JK geschlüpft S: P, einzelne JK US: L, P	OS: +, JK, P SW: +, JK NO: L, S: +, JK US: L, P, z. T. +!	Erste 3 m: OS: P S: L, P US: L, P Übriger Stamm: OS: +, JK S: JK, P US: P
8.	21. 9.	OS: soweit nicht + Käfer geschlüpft S: US: JK, schlüpfbereit, Reifungs- und Schlechtwetterfraß, soweit an der US nicht +	OS und SW: soweit nicht +, JK beim Ernährungsfraß S; NO: P, wenig JK US: +, sonst P, wenig JK	Obere Stammhälfte: OS: +, Rest JK geschlüpft S: JK geschlüpft US: JK Stamm von der Mitte bis zum Stockende: OS: +, JK geschl. S: JK, z. T. geschl. US: P, L (JK) Geschwisterbruten u. Reifungsfraß an der OS
9.	Puppen und Larven an der US abgestorben	+	+	—
10.	Ende September	JK geschlüpft oder schlüpfbereit	JK schlüpfbereit, P	JK geschlüpft und schlüpfbereit P, L
11.		Generation zum Teil $1^1/_2$ fach	Generation einfach	Generation einfach
12.		Geschwisterbruten		Geschwisterbruten

Zeichenerklärung: OS = Oberseite des Stammes, S = Seite des Stammes, US = Unterseite
käfer, P = Puppe, L = Larve. + = Brut abgestorben, — = Brut

VII.

Hn.	Bl.	Fd.	Sl.
28. 5.			
13. 6.	13. 6.	13. 6.	13. 6.
+	+	+ (freiliegend) — (im Bestand)	—
13. 6. *am*: Eiablage vollzogen, keine Larvengänge. *ty*: Larvengänge bis 1 cm	13. 6. Eiablage vollzogen, einzelne Larven	13. 6. längste Larvengänge bis 1 cm	13. 6. längste Larvengänge bis $1^1/_2$ cm
+	—	+ (freiliegend) — (im Bestand)	—
OS: 66 % +, JK, P S: JK, P, L US: P, L	OS: P, einzelne JK S: P US: L 12. 8: JK, P, L. 25. 8: JK, P. 1. 9: JK, vereinzelt P	28. 8.: JK, P	OS: JK, P S: P US: L, P
OS: soweit nicht +, JK S: JK US: JK, P, an der OS z. Teil geschlüpft. Ernährungs- und Reifungsfraß	OS, S und US: zum größten Teil bereits vom JK verlassen OS: Geschwisterbrut. und Schlechtwetterfraß	Freiliegender Fangbaum OS: soweit nicht +: geschlüpft. S und US: JK geschlüpft Fangbaum i. Bestand: oberstes Stammdrittel: JK, untere $^2/_3$. OS: JK, S: P, US: L, P	OS: JK S: JK US: JK, P
—	—	—	—
schlüpfbereit, sowohl *am*, wie *ty* zum Teil geschlüpft	geschlüpft u. schlüpfbereit	geschlüpft u. schlüpfbereit. Puppen Ia	schlüpfbereit
Generation einfach	Generation einfach	Generation einfach	Generation einfach
	Geschwisterbruten	Geschwisterbruten	

des Stammes, SW = Südwestseite des Stammes, NO = Nordostseite des Stammes, JK = Jungnicht abgestorben. *am* = *Ips amitinus*, *ty* = *typographus* L.

Tabelle VIII.

Häufigkeitsverteilung der Lufttemperatur in Doppelstunden an den einzelnen Stationen im Zeitraum vom 3. Juni bis 22. September (Stationsdaten).[1])

Temperatur in Celsiusgraden	Sr.	Mn.	Hg.	Hn.	Bl.	Gm.	Fd.	Sl.
— 4 — 0	.	.	.	.	.	18	.	1
0,1— 5	5	9	10	24	103	128	21	38
5,1—10	214	320	284	309	399	433	385	436
10,1—12	198	249	182	155	232	160	231	225
12,1—20	701	614	739	666	477	500	551	520
20,1—25	168	123	98	101	60	72	126	120
25,1—30	46	23	11	10	4	1	29	21
über 30	4	.	.	.	.	.	1	.
unter 10	219	329	294	333	502	579	406	475

der Lufttemperatur unter den Entwicklungsnullpunkt liegt die Kambialtemperatur noch immer über dem Entwicklungsnullpunkt. Erst Lufttemperaturen unter 10° C sind nicht mehr als effektive Temperaturen zu berücksichtigen. Nur bei längerem Absinken der Lufttemperatur unter 10° C ist bloß die Hälfte der Zeit, während der die Lufttemperatur 10°—12° C beträgt, noch zur effektiven Temperatur zu rechnen.

Die geringere Entwicklungsgeschwindigkeit in Mn. hat ihre Ursache in der geringeren Anzahl von Doppelstunden mit höheren Temperaturen (Tabelle VIII), der viel größeren Zahl von solchen unter 10° C bei gleichzeitig hoher relativer Luftfeuchtigkeit (Tabelle V). Auf die entwicklungshemmende Wirkung tieferer Minima bei gleichzeitig hoher relativer Luftfeuchtigkeit hat bereits Seitner[2]) in seiner klassischen Arbeit über *Ips typographus* hingewiesen. Bei den freiliegenden Fangbäumen der Stationen: Hg., Hn. und Fd. starben an der Oberseite der Stämme die Bruten im Junglarvenstadium ab. Hier traten Kambialtemperaturen auf, die mit Ausnahme der obersten Zone günstige Entwicklungsbedingungen boten. Die Kambialtemperaturen lagen tiefer als in Sr., denn bei dem Vergleich muß berücksichtigt werden, daß die B. E. T. in Sr. in $1^1/_2$ m Entfernung vom unteren Stammende (ebenso in Bl.), dagegen in Hg. und Sl. in der Stammitte eingebaut waren. Die Kambialtemperaturen blieben also in

[1]) Die Niederschlagsmengen in der Zeit vom 2. Juni bis 22. September wichen in den einzelnen Stationen etwas voneinander ab. Die geringste Niederschlagsmenge hatte Sl. aufzuweisen, mit 637,5 mm, die höchste Gm. mit 793,5 mm. Die anderen Stationen lassen sich in nachstehender Reihenfolge dazwischen einordnen: Sl., Sr., Mn., Fd., Hg., Hn., Bl., Gm. Die Anzahl der Regentage in den Monaten Juni bis September betrug für die Biologische Station 70. Gesamtniederschlagsmenge pro 1930 (Biologische Station) 1630,7 mm.

[2]) Seitner, Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 und 1922. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1923, 1924; S. 157, 158 (1923).

Hg. an der Oberseite der Stammitte hinter denen am Stammanlauf in Sr. zurück! Hier in Hg. gelangten die Bruten auch in den ersten 3 m vom unteren Stammende normal zur Entwicklung, während sie in Sr. auch hier abstarben. Aus der Anlage der B. E. T. erklären sich aber auch die höheren Temperaturen der Stammunterseite in Hg. gegenüber Sr.

Annähernd gleich war die Entwicklung des *typographus* in Hg. und Hn., jedoch etwas rascher in Hg. als in Hn., wo im September an der Unterseite noch Puppen neben Jungkäfern vorlagen. Worauf die Verzögerung in Hn. gegenüber Hg. beruht, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Es kann jedoch angenommen werden, daß die in Hn. größere Windwirkung (Plateauvorsprung) den Gang der Kambialtemperaturen vermindernd beeinflußt hat. Jedenfalls ist in Hg. (Bestandesblöße) die Unruhe des Windfeldes bedeutend geringer als in Hn. Der Austausch in Hg. dürfte jedenfalls geringer sein als in Hn.

Leicht vergleichbar sind ferner Fd. und Sl. Bei den im Bestandesinneren liegenden Fangbäumen war hier die Entwicklung im September im gleichen Stadium. Oberseite und Seite: J. K. Unterseite: Pu., La., bezw. Pu., Jk. Die Entwicklung war also im neutralen ausgeglichenen Bestandesklima, wo die Kambialtemperaturen die Lufttemperaturen in gleicher Höhe nicht übermäßig überstiegen (Entfall der Insolation), und sich demnach auch ein ausgeglichenes Kambialklima ergab, am langsamsten erfolgt. Die Stationsdaten von Fd. und Sl. sind untereinander ohne weiteres vergleichbar, nicht aber ohne weiteres für die im Bestand liegenden Fangbäume anwendbar. Ein Vergleich dieser Stationsdaten untereinander ergibt aber keine wesentlichen Unterschiede. Bemerkt sei noch, daß die Entwicklung in den in Fd. frei liegenden Fangbäumen, allerdings bei Mortalität an der Stammoberseite, natürlich viel rascher verlief als bei den im Bestand liegenden, und daß diese im Freien liegenden Fangbäume im Herbst vom Käfer bereits verlassen waren, nur an der Oberseite lagen Geschwisterbruten und Schlechtwetterfraß vor. Neue Brutanlagen der Jungkäfer lagen nicht vor, wohl aber Ernährungs- und Schlechtwetterfraß an den im Bestand stehenden kränkelnden Fichten. Leider hatten die B. E. T. nicht ausgereicht, um auch solche in Fd. einbauen zu können; gerade diese Daten wären von hohem Interesse gewesen, da hier in den freiliegenden Fangbäumen die Entwicklung gleichrasch bezw. rascher als in Hg. und Hn. vor sich gegangen war, trotz größerer Stundenzahl unter dem Entwicklungsnullpunkt.

Im Zusammenhang hiermit ist besonders auch der Entwicklungsablauf in den Fangbäumen der Station Bl. interessant. Hier lag vorzüglich Befall durch *Ips amitinus* vor. *Ips typographus* fehlte hier völlig! Trotzdem die Lufttemperaturen und die Kambialtemperaturen niedriger lagen als in Hn., wo gleichfalls *amitinus* vorlag, allerdings mit *typographus* vergesellschaftet, hatte Mitte September *amitinus* in Bl. bereits seine Brut-

stätten verlassen, während in Hn. der größte Teil noch dem Ernährungsfraß oblag. Wenn auch der Entwicklungsnullpunkt bei *amitinus*, einem Hochgebirgstier, tiefer liegen mag, als bei *typographus*, so wäre zunächst doch zu erwarten, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit den höheren Temperaturen in Hn. entsprechend, rascher verlaufen würde, als bei den tieferen in Bl. Die häufigste Verteilung der Maxima der Kambialtemperatur an der Oberseite des liegenden Fangbaumes in Bl. lag zwischen 30°—40° C mit einer Streuung von 21,8°—41° C und in Hn. zwischen 35° und 40° C mit einer Streuung von 22,8°—46° C. Wie sich *amitinus* in seinem Entwicklungsablauf zu höherer und niedrigerer Luftfeuchtigkeit verhält, wurde noch nicht ermittelt, es kann daher dieser Umstand hier noch nicht in Frage gezogen werden. Möglich wäre, daß der chemisch wirksame Anteil des Sonnenlichtes in größerer Höhe auch durch die Rinde wirksamer in Aktion treten kann, als in tieferen Lagen, eine Frage, die ebenso noch der Untersuchung bedarf wie jene, inwieweit größere bezw. geringere tägliche Schwankungen beschleunigend oder verzögernd auf die Entwicklungsgeschwindigkeiten einwirken, und wo die optimalen Grenzen liegen. Aus verschiedenen Beobachtungen, insbesondere in Gebirgslagen, darf vermutet werden, daß größere Schwankungen innerhalb der biologischen Temperaturgrenzen einen beschleunigten Anreiz auf die Geschwindigkeit der Entwicklung ausüben.

* * *

Es ergeben sich, wenn man die Verhältnisse der einzelnen Stationen miteinander vergleicht, selbst auf kleinem und kleinstem Raum gewaltige Unterschiede in den Lebenserscheinungen der Insekten. Wir wissen über die Zusammenhänge zwischen dem Gebirgsklima, dem Klima auf kleinstem Raum und den Lebensablauf, der Sterblichkeit, den Lebenserscheinungen der Insekten noch sehr wenig. Vorliegende Studie soll einen bescheidenen Beginn darstellen; die Untersuchungen sollen noch weitergeführt werden.

Der Forstentomologe muß sich im Gebirge oft die Frage vorlegen, worin liegen die Ursachen, daß bei der im Hochgebirge oft zwangsläufigen extensiven Wirtschaft es doch in der Regel nie oder nur sehr selten und auf kleinem Raum zu Übervermehrungen der wirtschaftlich bedeutenden rindenbrütenden Borkenkäfer in größerem Maßstabe kommt. (Abgesehen bei großen Windwurfflächen und mangelnder Aufarbeitung.)

Wie aus dem vorliegenden Material vorläufig geschlossen werden kann, liegen die Ursachen zum Teil in folgenden Momenten:

1. In dem ungemeinen Wechsel der klimatischen Bedingungen in der Waldzone im Gebirge.
2. In der großen Mortalität, die in bestimmten Standorten durch hohe relative Luftfeuchtigkeit verursacht wird.
3. In der großen Mortalität, die durch hohe Kambialtemperaturen infolge hoher Insolation hervorgerufen wird.

4. In der kurzen Vegetationszeit überhaupt, in der in vielen Lagen gegenüber dem Hügelland, den Alpenvorbergen und der Ebene später einsetzenden Schwärmzeit.
5. In der Häufigkeit der Absenkung der Temperaturen besonders in den Nachtstunden gegenüber den Lagen im Niedergebirge und der Ebene.[1])

Hierdurch liegt für die wirtschaftlich bedeutenden rindenbrütenden Borkenkäfer ein ständiges Pessimum vor, das nur in besonderen standörtlichen Schutzlagen oder durch besondere Verhältnisse wirtschaftlicher bezw. kultureller Natur durchbrochen wird. Der Satz Uvarovs[2]): „Die Insektenarten überleben nicht wegen ihrer wundervollen Anpassung an die Umwelt, sondern trotz ihrer unvollkommenen Anpassung dank ihrer großen Zeugungsfähigkeit" findet hier seine vollkommene Bestätigung.

Die Untersuchungen ergeben aber auch noch, daß solche Wirtschaftsformen, die ein neutrales Bestandesklima gewährleisten, wie der Plenterwald, der Blendersaumschlag, mit N- bezw. NW-Anhieb (im Gebirge vielleicht NO-Anhieb), und alle der Femelschlagform verwandten Formen den Zustand der größten Waldhygiene gewährleisten.

Auffallend ist unter den Parasiten die große Armut an Braconiden, sie fehlen in allen Stationen mit Ausnahme von Sl. Das Auftreten der Braconiden kann hier erklärt werden aus der ausgesprochenen Paßlage der Station, wo besonders an dem Südhang, an dem die Fangbäume lagen, günstige Bedingungen vorliegen. Diese Feststellung stimmt überein mit der bei *Ips cembrae* Heer gemachten,[1]) daß die Braconiden des *cembrae* und wahrscheinlich auch des *typographus* im natürlichen Verbreitungsgebiet der Holzart viel seltener sind als im warmtrockenen künstlichen Verbreitungsgebiet. Diese Braconiden dürften überhaupt warme und niederschlagsarme Gebiete bevorzugen, diese bereits geäußerte Vermutung[3]) findet hier wieder ihre Bestätigung in dem äußerst spärlichen Auftreten dieser Parasiten.

Die Chalcidier waren sehr häufig vertreten, besonders *Rh. suspensus* Ratz. und *Rh. xylophagorum* N.

Die Parasitenwirkung war besonders auffallend in Sr. und Mn. Hier lag die höchste Zahl der Chalcidier an den Seiten und an der Unterseite vor. Die Parasitierung der durch die hohe Feuchtigkeit nicht vernichteten Reste an der Unterseite betrug 14—72%.

---

[1]) Wie z. B. ein Vergleich des Entwicklungsganges des *I. cembrae* und der dort angeführten Temperaturwerte im warmtrockenen Lärchenanbaugebiet zeigt. Schimitscheck: Zeitschr. f. angew. Entomologie 1930, XVII, S. 301, 302. „Der achtzähnige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer.

[2]) Uvarov, Wetter und Klima in ihren Beziehungen zu den Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1930, XVII/1, S. 168.

[3]) Schimitschek, Der achtzähnige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und Ökologie, sowie seines Lebensvereines. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1930, XVII/2.

Die Räuber und Parasiten des *Ips typographus* L. bezw. des *Ips amitinus* Eichh. bei den einzelnen Stationen:

Station	Parasiten	Räuber
Mn.	Chalcididae: *Rhopalicus suspensus* Ratz. *Rhoptrocerus xylophagorum*	Coleoptera: *Quedius* sp.? *Rhizophagus* sp. *Clerus formicatus* L. Diptera: *Phaonia Gobbertii?*
Sr.	Chalcidicae: *Rhopalicus suspensus* Ratz. „ *bimaculatus* N. *Rhoptrocerus xylophagorum*	Coleoptera: *Clerus formicarius* L. Diptera: *Lonchaea Seitneri* Hendel. *Phaonia Gobertii?*
Hg.	Chalcicidae: *Rhopalicus suspensus* Ratz. *Rhoptrocerus xylophagorum*	Coleoptera: *Quedius* sp.? Diptera: *Lonchaea Seitneri* Hendel. *Phaonia Gobertii?*
Bl.	Chalcididae: *Rhopalicus suspensus* Ratz. *Rhoptrocerus xylophagorum*	Coleoptera: *Glischrochilus quadripustulatus* Lin.
Hn	Chalcididae: *Rhopalicus suspensus* Ratz. *Rhoptrocerus xylophagorum*	Coleoptera: *Quedius* sp. *Rhizophagus dispar* Diptera: *Lonchaea Seitneri* Hendel.
Fd.	*Rhopalicus suspensus* *Rhoptrocerus xylophagorum*	Coleoptera: *Clerus formicarius* L. Diptera: G.? sp.?
Sl.	Calcididae: *Ipocoelius Seitneri* R. *Rhopalicus suspensus* Ratz. *Rhoptrocerus xylophagorum* Braconidae: *Eustalocerus clavicornis* Cryptinae: *Hemiteles* sp.	Coleoptera: *Clerus formicarius* L.
Gm.	—	—

Wenn auch die Parasitenwirkung hinter der der abiotischen Faktoren zurückblieb, so ist ihre Bedeutung doch nicht zu unterschätzen, wie auch Escherich ausdrücklich betont: „. . . so ist es vielleicht gerade dieser kleine Anteil (der Parasitenwirkung), der die Lücke zwischen der Mortalität durch abiotische Faktoren und der zur Erhaltung des eigenen Bestandes notwendigen Vernichtungsziffer ausfüllt, und für den Verlauf des Massenwechsels ausschlaggebend ist.“[1])

Bezüglich *Eustalocerus clavicornis* wäre noch zu erwähnen, daß auch ein Männchen erhalten wurde. Die Männchen sind ungemein selten, bisher wurde erst ein einziges Männchen gezogen und zwar von Seitner aus *Ips typographus*.[2])

Von Pilzen wäre noch auf *Schizophyllum commune* hinzuweisen, dessen Rolle jedenfalls aber noch nicht ganz klar ist.

Das Auftreten der einzelnen Schädlinge in den verschiedenen Lagen und Höhen.

Es soll hier nur eine kurze Übersicht über das Auftreten der einzelnen Schädlinge bei den einzelnen Stationen in den verschiedenen Lagen und Höhen geboten werden:

Mn.:
Tetropium (in Fi u. Lä)
Monochamus
Pissodes harcyniae Hrbst.
Polygraphus poligraphus L.[3])
Pityogenes chalcographus L.
Crypturgus pusillus Gyll.
Ips typographus L.

Hn.:
Tetropium
Monochamus
Hylurgops glabratus Zett.
Dryocoetes autographus Ratz.
Pityogenes chalcographus L.
Xyloterus lineatus Oliv.
Ips typographus L.
Ips amitinus Eichh.

Sr.:
Tetropium
Monochamus
Hylurgops palliatus Gyll.[4])
Dryocoetes autographus Ratz.
Polygraphus poligraphus L.
Pityogenes chalcographus L.
Ips typographus L.

Hg.:
Tetropium
Monochamus
Pissodes harcyniae Hrbst.
Hylurgops glabratus Zett.
Hylurgops palliatus Gyll.
Xylechinus pilosus Ratz.[5])
Dryocoetes autographus Ratz.
Xyloterus lineatus Oliv.
Ips typographus L.

---

[1]) Escherich, Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstwissensch. Centralbl. 1930, H. 12, S. 542, 543.

[2]) Seitner, l. c.

[3]) Schwärmbeginn 17. Mai.

[4]) Befall am 18. Mai.

[5]) In vorjährigen Fangbäumen. Anflug vom 18. Mai bis 16. Juni.

Bl.:
Tetropium
Monochamus
Xylechinus pilosus Ratz.
Hylurgops palliatus Gyll.
Dryocoetes autographus Ratz.
Pityogenes chalcographus L
Crypturgus pusillus Gyll.
Xyloterus lineatus Oliv.
Ips amitinus Eichh.

Gm.:
Pityogenes conjunctus Reitt.
Ips amitinus Eichh.[1])
Monochamus
Evetria turionana Hb.

Fd.:
Tetropium
Monochamus sartor F.
Hylurgops palliatus[2])
Pityogenes chalcographus L.
Polygraphus poligraphus L.
Xyloterus lineatus Oliv.
Ips typographus L.
Ips amitinus Eichh.

Sl.:
Tetropium
Monochamus
Hylurgops glabratus Zett.
Hylurgops palliatus Gyll.[3])
Crypturgus pusillus Gyll.
Pityogenes chalcographus L.
Xyloterus lineatus Olid.
Ips typographus L.

Von den Achtzahnern der *Typographus*-Gruppe war in den Höhenlagen von 770—970 m (Mn., Sr., Sl., Hg.) nur *Ips typographus* allein vertreten. Bei 1110 m gesellte sich vereinzelt *Ips amitinus* hinzu, um bei 1330 m (Hn.) häufiger aufzutreten als *Ips typographus*. In 1460 m fehlte *Ips typographus* gänzlich, hier lag nur *amitinus* vor. Mit zunehmender Höhe wird *Ips typographus* an der Fichte durch *amitinus* ersetzt.

Auffallend ist das völlige Fehlen des *Ips cembrea* Heer. Die sowohl 1929 wie auch 1930 reichlich dargebotenen Lärchenfangbäume waren gänzlich frei von Borkenkäferbefall.

Pityogenes chalcographus L. trat überall mit Ausnahme von Gm. sehr häufig mit *Ips typographus* L. und *Ips amitinus* vergesellschaftet auf. Mit Ausnahme der ersten 1—3 m vom unteren Stammende wurde der ganze Stamm befallen, besonders jedoch überall die Unterseite der liegenden Fangbäume bevorzugt. Diese Auswahl spricht für die Ansprüche des Tieres den abiotischen Faktoren gegenüber. — Bei sehr stark vermischtem Auftreten des *chalcographus* L. mit *typographus* erfolgt eine Verdrängung des letzteren durch den *chalcographus*, die sich in einer unvollständigen bezw. gestörten Entwicklung der Brut äußert.

---

[1]) Generation $1^1/_2$—2jährig!
[2]) 12. Juni Copula außerhalb des Mutterganges.
[3]) 12. Mai beim Einbohren.

Vom Jahre 1929 lagen auch stehende geringelte Fangbäume vor. In den unteren Lagen wurden sie bereits 1929 von *P. poligraphus* L., *P. chalcographus* L., *Tetropium* und zum Teil auch von *Monochamus* befallen. In den höheren Lagen jedoch waren die im Frühjahr 1929 geringelten Fi und Lä im Frühjahr 1930 noch vollkommen grün und wiesen keinen Befall auf. Der Befall dieser Fangbäume vollzog sich erst 1930. In den höheren Gebirgslagen werden also im Frühjahr des laufenden Jahres geringelte Fangbäume erst im späten Frühjahr des kommenden Jahres fängisch und befallen.

Interessant ist eine Beobachtung in Sl. In den ersten zwei Metern oberhalb des unteren Stammendes erfolgte der Befall durch *Ips typographus* Anfang Juni ganz normal; am 16. Juni erwiesen sich aber die Brutanlagen von *typographus* verlassen, die Brut hat sich nicht weiter entwickelt. In den Gängen war aber massenhaft *Crypturgus pusillus* Gyll. vorhanden. Es liegt hier also eine offenbare Verdrängung des *typographus* durch diesen Raumbenützer vor.

Weiter sei noch bemerkt, daß *Tetropium* im ganzen Gebiet sowohl an Lä. wie auch an Fi. bedeutend seltener auftritt, als im künstlichen warmtrockenen Verbreitungsgebiet der beiden Holzarten. Am häufigsten ist *Tetropium* in den geschützten Lagen wie Sr. anzutreffen. Im natürlichen Picetum des Lunzer Gebietes vertritt *Monochamus* den *Tetropium*. Jedenfalls dürfte *Monochamus* an höhere Feuchtigkeitsgrade gebunden sein.

Bezüglich *Xylechinus pilosus* ist zu bemerken, daß er nur Fangbäume, die im Frühjahr des Vorjahres gefällt worden waren, befiel, ebenso *Hylurgops palliatus* und *H. glabratus*, sowie *Xyloterus lineatus*. *H. glabratus* dürfte noch neutraleres Bestandesklima vorziehen, als *H. palliatus*. Trotz dichten Befalles durch *X. pilosus* in Hg. kam nur ein geringer Hundertsatz der Brutanlagen zur Entwicklung. Etwas Ähnliches ergab sich bei *X. lineatus*: dichter Befall, doch nur wenig Larven, die die Entwicklung vollendet hatten, man fand sehr zahlreiche nicht vollendete Larvennischen.

Die Station Gm.

Eine der interessantesten Stationen in der ganzen Stationsreihe ist die Station Gstettneralm Gm., sie erfordert daher auch eine gesonderte Behandlung. Die Station liegt am Grunde einer Doline, die in dem Hochplateau eingesenkt ist. Dieses Frostbecken zeigt gegen NNO einen Höhenunterschied von 150 m, gegen WSW einen solchen von 100 m. Die Station am Boden der Doline liegt 1270 m hoch. Am Boden des Beckens: Krummholzkiefer, mit steigender Höhe an den Hängen tritt Fichte hinzu, am oberen Rand der Doline herrscht die Fichte durchaus vor. Die Flora am Grunde der Doline ist eine „triviale, die aus fast durchwegs auch im kontinentalen Lappland und Nordsibirien weit verbreiteten Arten besteht.“ [1])

[1]) Schmidt, l. c.

Dieser allseits geschlossene Kessel begünstigt die Ansammlung kalter Luft. „In klarer Nacht strahlt die Bodenoberfläche aus, kühlt die untersten Luftschichten ab, die ohne die Möglichkeit eines Abflusses in dem Kessel auch vor Windströmungen geschützt, immer mehr an Mächtigkeit gewinnen, zumindest bis sie den niedersten Teil der Umrandung erreicht haben.“ [1])

Gegenüber den anderen Stationen liegen hier die tiefsten Minimumtemperaturen vor, es sind dies überhaupt die tiefsten Minimumtemperaturen von Mitteleuropa. Die Vegetationszeit ist hier natürlich bedeutend verkürzt.

Es war nun natürlich naheliegend, den hier auftretenden Insekten nachzugehen. Die Ergebnisse, die ich bis jetzt sammeln konnte, sind folgende:

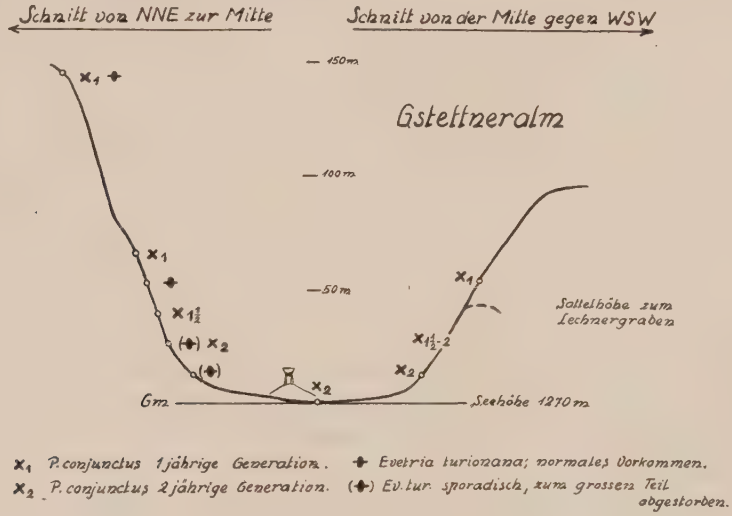


Abb. 11. Höhenprofil der Gstettneralm.

Evetria turionana Hb. kommt überall in den Latschen vor, doch nimmt die Häufigkeit ihres Auftretens mit dem Abstieg in die Doline ab. Bis zur Höhe von Punkt 9, siehe Abb. 11 (Sattelhöhe zum Lechnergraben), 1317 m, kommt *E. turionana* nicht selten vor, in der Höhe des Punktes 10, (1307 m) wird *turionana* sehr selten, um in der Höhe des Totalisators (1278 m) nur noch ganz sporadisch aufzutreten. Von hier bis in die Höhe des Punktes 10 sind die meisten Raupen abgestorben. Der Generationsfrage konnte nicht nachgegangen werden. Es konnte nur festgestellt werden, daß die Mortalität der Raupen von der Höhe des Punktes 10 nach abwärts auffallend hoch ist. Inwieweit die tiefen Wintertemperaturen verantwortlich gemacht werden können, steht noch nicht fest, da sich die Latschen im Winter unter dichter Schneedecke befinden.

[1]) Schmidt, Die tiefsten Minimumtemperaturen in Mitteleuropa. Die Naturwissenschaften 1930, 18. Jahrg., 17. H., S. 368.

Es wurden daher, um die in den Latschen auftretenden Minima zu ermitteln, L. E. T. in diese eingebaut. Von dieser zurzeit in Gang befindlichen Beobachtung kann soviel mitgeteilt werden, daß vom 23. September bis 11. November 1930 innerhalb des Latschendickichts Minimumtemperaturen bis — 11,2° C auftraten (ohne Schneelage). Große Unterschiede ergaben sich z. B. unter dichtbeasteter und lichtbeasteter Latsche. Punkt; Totalisator: Latsche licht: — 10° C, Latsche dicht: — 5,2° C! Von Interesse ist, wie weit die Temperaturen im Verlaufe des Winters absinken werden, bezw. wie weit sie durch die Schneedecke abgemindert werden. (1930 traten am Boden der Gm. im Februar Minimumtemperaturen von — 48° C auf!!) Inwieweit den Luftfeuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen, inwieweit dem alles umspinnenden Pilz *Herprotrichia nigra* Bedeutung an der Sterblichkeit der Raupen zukommt, ist noch zu ermitteln. Jedenfalls kommt den abiotischen Faktoren in dieser extremen Lage die allergrößte Bedeutung zu.

Sehr interessant ist hier auch das Auftreten von *Pityogenes conjunctus* Reitt. in den absterbenden und abgestorbenen Latschenzweigen. Am 19. Juli lagen bei allen untersuchten Brutanlagen erst die Eier vor, nur in ganz vereinzelten Fällen auch einige erst eben geschlüpfte Lärvchen. Neben diesen frisch angelegten Bruten fanden sich außer eben verlassenen und zum Teil noch Jungkäfer beherbergenden Brutanlagen auch solche mit etwa dreiviertelwüchsigen Larven vor. Am 23. September waren die Larven der Brutanlagen vom Juli etwa halbwüchsig, ein Teil davon eingegangen. Spätabgelegte Eier überschreiten hier nicht mehr das Junglarvenstadium, sondern sterben ab. Die Generation ist hier zweijährig, im günstigsten Fall $1^1/_2$jährig. In den höheren Lehnenteilen der Doline konnte dagegen einwandfrei einjährige Generation nachgewiesen werden. Die Häufigkeit des Auftretens von *P. conjunctus* nimmt von unten nach oben zu! Die Eizahl ist in den Brutanlagen am oberen Rand der Doline größer als bei jenen am Grund der Doline.

Die Gm. ist wie bereits erwähnt durch eine kurze Vegetationszeit ausgezeichnet, ferner durch das häufige Absinken der Temperatur, durch das Zustandekommen sehr tiefer Minima (hier treten auch im Hochsommer mitunter Temperaturgrade unter 0° auf), und durch hohe relative Luftfeuchtigkeit, die besonders in den Nachtstunden sehr hoch ist (Tab. V und Tab. VIII).

Gerade die Verhältnisse in Gm. beleuchten die ungeheuere Abhängigkeit des Entwicklungsablaufes der Insekten von den abiotischen Faktoren und lassen diese Unterschiede auf kleinem Raum erkennen. Insbesondere die Hochgebirgsverhältnisse sind für bioklimatische Untersuchungen besonders geeignet, da hier die größten Verschiedenheiten in den abiotischen Faktoren in geringen Entfernungen vorliegen.

Erfahrungen über die Biologie der Hausfliege (Musca domestica L.) in Palästina.

Von

F. S. Bodenheimer, Jerusalem.

1. Beschreibung der Fliegenentwicklungsstätten in einer ländlichen Siedlung.

Aus wesentlich umfangreicheren Versuchsserien, die sich mit den Problemen der Biologie und der Bekämpfung der Hausfliegen unter ländlichen Bedingungen in Palästina befassen, sei hier einiges Material von allgemeinerem Interesse herausgegriffen.

Daganiah A.

Allgemeine Bemerkungen: Daganiah A ist eine Siedelungsgruppe von 50 Menschen am Tiberiassee, direkt am Ausfluß des Jordan gelegen. Betreffs der Temperaturverhältnisse sei bemerkt, daß die Durchschnittstemperatur in Tiberias im Mai ca. 25° C., im Juni ca. 28° C und im Juli ca. 30° C beträgt. Die Windverhältnisse sind während des Sommers (April bis Oktober) wie folgt: von Mitternacht an weht von Süden her einige Stunden ein sehr schwacher und kalter Wind. Morgens von 8—10^h herrscht sehr schwacher Nordwind und von 10—12^h Windstille. Am Nachmittag weht ein Westwind, der mit zunehmender Hitze jedoch immer später beginnt. Er dauert bis 7^h abends und beginnt im April um 12, im Mai um 2 und im September um 5^h. Es folgt jetzt eine detaillierte Beschreibung der einzelnen für Fliegenentwicklung und für Fliegenauftreten wichtigen Örtlichkeiten.

1. Neue große Mistgrube.

Diese liegt ca. 160 m südwestlich der Ställe. Der Mist wird in einer ausgehobenen Erdgrube aufgeschichtet. Da kein besonderer Boden und kein Dach vorhanden sind, versickert und verdunstet die Feuchtigkeit sehr rasch. Wasserzufuhr oder sonstige Behandlung erfuhr der Mist bisher nicht. Der Haufen besteht aus Kuh- und Pferdemist, größtenteils reinem Mist mit nur wenig Strohbeimengungen. Der Haufen ist teilweise verrottet, oben meist trocken, in den tieferen Schichten (60 cm und tiefer) feucht und in schwacher Gärung. Der Umfang der Mistgrube beträgt $18{,}5 \times 7{,}5 \times 1{,}1 = 145$ cbm. Die Anlage der Mistgrube wurde im November 1924 begonnen. Die Auffüllung erfolgte täglich. Außer den Fliegenlarven und Puppen im Mist keine makroskopische Lebewelt. Über die Massenentwicklung der Fliegen zur Beobachtungszeit im Haufen gibt die folgende Tabelle Aufschluß:

Erläuterungen zu Tabelle 1.

Stelle 1 enthält den frischesten Mist und ist nur in den oberen 10—20 cm trocken. An Stelle 2—4 war der Mist von 40—60 cm tief trocken. Die Messungen 1—4 wurden am 5. und 6. Mai 1925 angestellt bei einer Außentemperatur von 23° morgens um 7^h

Tabelle 1.

Zählungen der Fliegenlarven und Puppen in der neuen großen Mistgrube von Daganiah A.

	Stelle 1		Stelle 2		Stelle 3		Stelle 4		Temperatur °C zu 4
	Larven	Puppen	Larven	Puppen	Larven	Puppen	Larven	Puppen	
oben . .	6	—	—	—	1	8	—	—	35
10 cm . .	—	—	—	—	—	14	2	31	45
20 cm . .	19	—	—	1	—	4	1	—	45
40 cm . .	4	—	—	2	—	1	—	1	48
60 cm . .	1	2	1	6	—	—	—	—	50
80 cm . .	—	10	—	4	1	1	—	—	55
100 cm . .	—	2	—	—	—	1	—	6	55
110—120 cm	1	1	—	1	—	—	—	5	53
	46		15		31		46		

	Stelle 5				Stelle 6			
	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur ° C.	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur °C
oben . .	1	4	2	32	30	4	19	44
10 cm . .	—	—	—	32	2	—	4	47
20 cm . .	—	—	34	30	—	—	3	49
40 cm . .	—	—	4	34	—	—	3	48
60 cm . .	—	—	4	41	—	—	4	46
80 cm . .	—	1	6	43	—	—	2	46
100 cm . .	—	—	17	51	—	—	—	—
110 cm . .	—	—	1	52	—	—	—	—
	74				71			

	Stelle 7				Stelle 8			
	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur ° C.	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur ° C
oben . .	18	3	12	52	—	—	7	49
10 cm . .	—	—	—	53	—	—	3	51
20 cm . .	1	—	2	53	—	—	3	53
40 cm . .	—	—	1	53	—	—	6	54
60 cm . .	—	—	8	53	—	—	18	60
80 cm . .	—	—	28	54	—	—	5	60
	73				42			

und 26—28° am Mittag. Die Messungen 5—8 fallen in die zweite Hälfte der Versuchszeit, und zwar 5 Anfang Juni und 6—8 Ende Juni. Vor Beginn der Untersuchung 5 war der Mist frisch bewässert worden. In 10 cm Tiefe fanden sich 29 vertrocknete Larven. Die Untersuchungen 6—8 fallen in eine Zeit, in der der gesamte Misthaufen zweimal mit je 250 kg Kalk behandelt worden war. Stelle 6 und 7 waren bis 40 cm anscheinend ziemlich frischer Pferdemist. Stelle 8 war stark verrottet, bis 40 cm sehr trocken, tiefer feuchter.

Die Zählungen ergeben, das pro 4 l sich 53,4 Fliegen entwickeln oder entwickelt haben. Diese Zahl stellt natürlich nur ein Minimum dar, ergibt aber schon eine Entwicklung von 12 500 Fliegen pro Kubikmeter. Oder für den gesamten Haufen von 140 cbm eine Gesamtentwicklungsziffer von 1 875 000.

2. Alter großer Misthaufen.

Ca. 50 m östlich der Küchengebäude gelegen. Der Mist ist auf die ebene Erde aufgeschichtet (ohne Boden und Dach; ohne Behandlung). Der Haufen besteht aus einem Gemisch von Kuh- und Pferdemist. Bis auf einzelne kleine Stellen ganz trocken und verrottet, sehr strohig. Die Verrottung unterscheidet sich von der bei normalem europäischem Mist dadurch, daß das Stroh fast ganz seine ursprüngliche Gestalt hat. Der Umfang des Misthaufens beträgt $8{,}0 \times 32{,}5 \times 0{,}9 = 234$ cbm. Der Haufen ist von April bis November 1924 aufgeschichtet und seither ohne Benutzung gelegen.

Außer den leeren Fliegenpuppen finden sich sehr zahlreich kleine graue Asseln in dem Haufen.

Tabelle 2.

Zählungen der Fliegenlarven und Puppen im alten großen Misthaufen in Daganiah A.

	Stelle 1				Stelle 2				Stelle 3			
	L.	v. P.	l. P.	Temp.° C.	L.	v. P.	l. P.	Temp.° C.	L.	v. P.	l. P.	Temp.° C.
oben	—	—	—	32	—	—	1	29	—	—	8	30
10 cm	—	—	1	29	—	—	13	28	—	—	7	31
20 cm	—	—	2	28	—	—	22	28	—	—	4	29
40 cm	—	—	2	29	—	—	7	31	—	—	5	24
60 cm	—	—	10	29	—	—	19	31	—	—	1	—
80 cm	—	—	—	—	—	—	28	39	—	—	1	—
100 cm	—	—	—	—	—	—	34	36	—	—	3	—
120 cm	—	—	—	—	—	—	23	32	—	—	—	—
		15				147				29		

Oft liegen die Puppen haufenweise zusammen. Die Zählungen ergeben für diesen Haufen 19 000 pro Kubikmeter, d. h. 2 100 000 für den gesamten Haufen. Die Bedingungen für die Entwicklung waren offenbar in der Mitte des Haufens länger günstig als an den Seiten, woraus sich die größere Zahl von Puppenresten erklärt.

3. Kleiner Komposthaufen Nr. 1.

Derselbe ist dicht anschließend an die große Mistgrube gelegen. Er ist auf ebener Erde aufgeschichtet (ohne Boden und Dach; ohne Behandlung). Strohig, trocken, größtenteils verrottet; bei 60 cm Tiefe Unkrautschnüre und Rübenblätter. Der Haufen ist während des Sommers 1925 angesammelt und einmal mit Wasser begossen worden. Sein Umfang beträgt $6{,}8 \times 3{,}0 \times 0{,}9 = 18{,}5$ cbm.

Tabelle 3.

Zählungen der Fliegenlarven und Puppen im kleinen Komposthaufen Nr. 1 in Daganiah A.

	Stelle 1			Stelle 2			
	Larven	Puppen	Temperatur° C.	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur° C.
oben . .	1	8	36	—	10	2	36
10 cm . .	19	3	43	—	—	—	46
20 cm . .	13	—	45	—	—	—	48
40 cm . .	—	1	50	—	—	—	53
50 cm . .	—	—	—	—	—	—	50
60 cm . .	—	—	59	—	—	—	—
		45			12		

An Stelle 2 meist stark verrottet, oben etwas mit Erde durchsetzt. Zwischen 20 und 40 cm sehr viel reine Komposterde.

Ob die höhere Temperatur von den verrottenden Rübenblättern oder dem kurz zuvor erfolgten Bewässern herrührt, kann nicht entschieden werden. Der Einfluß der höheren Temperatur macht sich insofern geltend, als die Entwicklung bereits in frühen Tiefen aufhört.

4. Kleiner Komposthaufen Nr. 2.

Dicht anschließend an den vorigen gelegen und von ähnlicher Struktur. Sein Umfang $7{,}8 \times 3{,}2 \times 0{,}8 = 22{,}4$ cbm. Er ist im vorigen Sommer aufgehäuft worden und blieb ohne Bewässerung. Unter 60 cm finden sich undurchgrabbare Unkrautschnüre und einige feuchte Maisstengel. Er ist durchweg sehr trocken.

Tabelle 4.

Zählungen der Fliegenlarven und Puppen im kleinen Komposthaufen Nr. 2 in Daganiah A.

	Stelle 1				Stelle 2			
	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur ° C.	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur ° C.
oben . .	—	—	1	40	—	—	—	39
10 cm . .	—	—	8	49	—	—	8	48
20 cm . .	—	—	4	47	—	—	6	49
40 cm . .	—	—	—	48	—	—	1	49
60 cm . .	—	—	—	—	—	—	2	51
			13				17	

5. Latrine.

20 m südlich der Küche gelegen. Sie besteht aus einer ausgehobenen Erdgrube von $3{,}0 \times 2{,}25 \times 1{,}4 = 9{,}5$ cbm gefülltem Inhalt. Die wirkliche Tiefe beträgt 2,2 m. Die Latrine ist vor ca. 1 Jahr ausgehoben worden. Nach Füllung, die bereits in den nächsten Monaten erreicht sein wird, wird sie zugeschüttet und 2 Jahre zur Verrottung liegen gelassen; alsdann erfolgt Verwendung als Dünger. Der Aufbau besteht aus ungehobelten Brettern, die viele Spalten aufweisen. Die Latrine ist also keineswegs fliegendicht, ist aber leicht zu einer fliegendichten Latrine zu machen. Trotzdem wurden während der ganzen Beobachtungszeit nur sehr wenige Fliegen dort festgestellt.

13. Mai 1925. Die Untersuchung von ca. 5 l Latrineninhalt ergibt keine einzige Muskidenlarve oder Puppe. Der Latrineninhalt ist direkt unter der Oberfläche eine leicht flüssige, grünbraune, von Gasbläschen durchsetzte Masse. Die Latrine ist zurzeit so gut wie fliegenfrei. Keine zwei Dutzend Fliegen sind in der direkten Nähe oder in der immerhin großen Latrine anzutreffen, trotzdem die Verschlußdeckel der 3 Abortöffnungen dauernd geöffnet sind. Ein stärkerer Geruch geht nicht von der Latrine aus. Die 3 Räume sind sehr dunkel und schattig, was sie vor einer stärkeren Anziehungskraft für Fliegen bewahrt.

6. Küchenabfallhaufen.

Die Küchenabfälle werden etwa 10 m östlich der Küche auf einem unregelmäßigen Haufen aufgeschichtet. Der Haufen besteht aus Gurkenschalen, Brotresten, gekochten Linsen, Blättern usw. Er ist keine einheitliche Masse. Er wird alle 2 bis 3 Monate auf den Komposthaufen entleert. Sein Umfang beträgt ca. $2{,}2 \times 1{,}0 \times 0{,}3 = 0{,}7$ cbm. Nur relativ wenige Fliegen sitzen auf dem Haufen. Die oberen Schichten sind mehr oder weniger larvenfrei. Ganz unten findet Gärung und Verrottung statt, und hier finden sich Fliegenlarven und Puppen in mäßiger Zahl. In den oberen Schichten hält sich zahlreich die graue Assel auf.

Tabelle 5.

Zählungen der Fliegenlarven und Puppen im Küchenabfallhaufen in Daganiah A.

	Stelle 1			Stelle 2			
	Larven	Puppen	Temperatur °	Larven	volle Puppen	leere Puppen	Temperatur °
oben . .	—	—	24	—	—	—	—
10 cm . .	—	—	35	—	—	—	—
20 cm . .	—	—	39	3	—	1	52
30 cm . .	—	—	44	—	—	—	—
40 cm . .	—	—	—	39	—	—	48
	—			43			

7. Stallungen.

Alle Stallungen sind in ihrer Längsrichtung nordsüdlich orientiert, mit ihrem Haupteingang nach Osten.

a) Kuhstall.

Ca. 23×11 m Flächeninhalt mit je einer großen Tür an den Schmalseiten. Auf der Westseite sind 7, auf der Ostseite 6 kleine Fenster und eine Mitteltür. Der Fußboden besteht aus Pflastersteinen. Der Stall ist massiv gebaut. Täglich wird hier mit Ausnahme des Sabbath der Mist entfernt. Tagsüber sitzen auf jeder Kuh, wenn die Tiere frisch von der Weide kommen, mehrere Dutzend Fliegen. Nachts versammeln sich alle an der neben der Stalllaterne aufgehängten Fliegenfalle, die sich der einzigen Mitteltür gegenüber befindet.

b) Jungviehstall

schließt sich nach Süden an und ist ein nach drei Seiten offener Stall mit westlicher Steinwand. Größe $7{,}3 \times 4{,}0$ m.

c) Pferdestall

schließt sich nach Süden an. Nach der Ost- und Nordseite ist die Wand von Holz und nicht ganz durchgeführt. 11×10 m. Der Mist wird aus dem Pferdestall nur sehr unregelmäßig entleert. Der Pferdestall ist praktisch als die Hauptquelle aller Fliegen in den Wohnräumen anzusehen. Um nur eine Stichprobe herauszugreifen, wurden am 16. Mai massenhaft Fliegenlarven in allen Größen in dem Mist angetroffen.

8. Küchenräume.

Das Eßzimmer ist 6×7 m lang; 3 Fenster liegen nach Norden, je zwei nach Osten und Westen. Von 2 Türen nach Süden führt die eine auf die Terrasse, die zweite in das Anrichtezimmer. Dieses $4{,}25 \times 1{,}5$ m groß. Nach Osten ein großes Fenster, nach Westen eine Tür ins Freie und zwei kleine Fenster. Daran anschließend die Küche ($4{,}25 \times 2{,}25$ m); in der Mitte der Ostseite ein Ofen, gegenüber eine Tür mit zwei kleinen Fenstern ins Freie. Daran schließt sich das ebenso große Vorratszimmer an mit je einer Tür nach Osten und Westen, über denen sich je ein kleines Fenster befindet. Das Zimmer ist meist dunkel.

9. Wohnräume.

Während sich die Küchenräume durch einen geradezu entsetzlichen Fliegenbefall auszeichnen, sind die Wohnräume nur in einem Maße befallen, das auch für europäische ländliche Verhältnisse als gewöhnlich anzusehen ist.

Aus einer Reihe von Untersuchungen in ländlichen Siedlungen sei Daganiah als Beispiel herausgegriffen. Komplizierter liegen die Verhältnisse natürlich für Bekämpfungszwecke in den Einzelsiedlungen ohne Großbetrieb, während die Entwicklungsverhältnisse für Fliegen im Prinzip dieselben bleiben.

2. Zur Biologie der Fliegen in Daganiah.

Um einen Überblick über die Biologie der Fliegen in Palästina zu erhalten, wurden während der Beobachtungszeit in Daganiah eine Reihe Fliegenzuchten angesetzt. Es wurde frischer Kuhmist zu $^2/_3$ in ein Petroleumblech gefüllt und einen Tag offen stehen gelassen zwecks sicherer Infektion mit Fliegeneiern. Am zweiten Tage wurde das Blech mit Fliegengaze dicht verschlossen. Täglich wurde dann die Zahl der schlüpfenden Fliegen festgestellt. Die Zuchttage zählen vom Aussetzen des frischen Mistes an.

Schlüpfen der Fliegen aus den Fliegenzuchten.

Zuchttag	1	2	3	4	I	II	IV	V	Zusammen
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	1	10	11
9	120	80	—	—	—	2	—	7	209
10	130	160	5	1	—	1	1	60	358
11	3	4	15	40	6	12	50	80	210
12	100	80	70	50	20	60	40	25	445
13	60	30	1	—	15	120	20	8	254
14	30	30	2	1	5	60	30	10	168
15	4	1	—	—	—	25	6	—	36
16	1	—	—	—	—	1	4	—	6
17	4	5	—	—	5	2	4	—	20
18	1	2	—	—	12	5	—	—	20
19	—	3	—	—	15	15	2	1	36
20	—	—	—	—	7	10	1	—	18
21	—	—	—	—	6	15	—	—	21
22	—	—	—	—	6	15	1	2	24
	453	395	93	92	97	343	160	203	1836

Diese Zuchten ergeben eine zweizipflige Kurve mit Maxima am 10. und 12. Entwicklungstage. Die Hauptentwicklung überhaupt findet vom 9.—14. Tage statt, eine vereinzelte Entwicklung vom 8. Tage an und bis zum 22. Tage. Da alsdann die Untersuchungen abgebrochen wurden, ist auch weiterhin noch für einige Tage mit einer vereinzelten Entwicklung zu rechnen. Über die Misttemperaturen zur Zeit der Zuchten geben die folgenden Tabellen Aufschluß.

Tabelle 12.

Temperaturmessungen zu 1—4.

19. V. 25	30°	frischer Mist
22. V. 25	38°	„ „
25. V. 25	36°	„ „
28. V. 25	39°	„ „
31. V. 25	28°	„ „

Tabelle 13.

Temperaturmessungen zu I—V.

11. VI. 25	37°	22. VI. 25	27°
12. VI. 25	28°	23. VI. 25	28°
13. VI. 25	28°	24. VI. 25	27°
14. VI. 25	33°	25. VI 25	27°
15. VI. 25	30°	26. VI. 25	28°
16. VI. 25	30°	27. VI. 25	31°
17. VI. 25	32°	28. VI. 25	27°
18. VI. 25	32°	29. VI. 25	29°
19. VI. 25	28°	30. VI. 25	30°
20. VI. 25	27°	1. VII. 25	29°
21. VI. 25	26°	2. VII. 25	28°

Die Zweizipfligkeit der Kurve erklärt sich als eine Funktion der Temperatur. Die Zuchten 1—4, die den ersten Zipfel verursachen, entwickelten sich unter höheren Temperaturen als die zu I—V. Einen weiteren Beleg dafür bietet eine kleine Zucht, bei der sich die Larven bei Zimmertemperatur entwickelt haben.

Tabelle 14.

Schlüpfen der Fliegen aus Zucht bei Zimmertemperatur.

Zuchttag	Anzahl der geschlüpften Fliegen	
12	1	
13	4	Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwas über 25°. In der folgenden Woche noch vereinzeltes Schlüpfen.
14	10	
15	6	
16	2	
17	1	
18	1	

Auf Grund dieser Resultate ändere ich meine im Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 1924, vol. 93, pp. 474—80 für *Musca domestica* L. gegebene provisorische Temperaturentwicklungskurve um wie folgt: Der kritische Kältepunkt bleibt 5°, die Thermalkonstante ist 300. Es ergibt sich daraus die Kurve:

38° = 9 Tage	20° = 20 Tage
35° = 10 Tage	15° = 30 Tage
30° = 12 Tage	10° = 60 Tage
25° = 15 Tage	

Diese Kurve stimmt mit unseren Zuchtresultaten gut überein. Die Dauer der Fliegenentwicklung hängt natürlich direkt von der Misttemperatur und nicht von der Außentemperatur ab. Die Entwicklung verteilt sich auf die verschiedenen Stadien ungefähr wie folgt:

Eistadium	weniger als 24 Stunden
Larvenstadium	4—6 Tage, Minimum 3, Maximum sehr viele Tage
Puppenstadium . . .	5—8 Tage, Minimum 4, Maximum sehr viele Tage

Die Entwicklungsdauer ist also für praktische Berechnungen während der Sommermonate 8—9 Tage anzusetzen, da hierfür das Minimum maßgebend ist. Um den vollen Zyklus einer Generation zu berechnen, sind noch Daten über die Zeit vom Schlüpfen der Fliege bis zur Eiablage erforderlich. Diese Daten sind durch Forschungen Hutchinsons (1916) bekannt und ebenfalls von der Temperatur abhängig. Die sogenannte Präovipositionsperiode dauert bei einer Außentemperatur von

28° . . .	2—3 Tage
25° . . .	4—5 Tage
22° . . .	9 Tage

Die minimale Entwicklungsdauer einer Fliegengeneration im Hochsommer ist also für das Beobachtungsgebiet auf ca. 10 Tage anzusetzen. Die gesamte Generationenzahl des Jahres dürfte sich um 20 bewegen.

Die praktische Schlußfolgerung aus diesen Beobachtungen lautet, daß alle Fliegenentwicklungsstätten mindestens einmal in der Woche aus der Nähe von Wohnräumen entfernt werden müssen.

3. Zur Biologie der Fliegen in der Küstenebene.

Unsere Beobachtungen und Zuchten in der Küstenebene bestätigen die Ergebnisse aus Daganiah, wie die folgenden Tabellen zeigen.

Wie die Temperaturmessungen am Misthaufen in Daganiah ergaben, sind nur die oberen 20 cm von primär praktischer Bedeutung für die Fliegenbrut. Die $1^1/_2$ Jahre in Ben Schemen durchgeführten Messungen ergaben, daß im Hochsommer in dieser Schicht oft absolut tödliche Temperaturen von 60° C und darüber erreicht werden. Das Zurückgehen der Fliegenplage im Hochsommer ist hiermit zur Genüge erklärt. Im Winter beträgt die gemessene Mindesttemperatur im frischen Dung 18 bis 19° C.

Wie die Zuchten ergaben, findet auch während des Winters eine fortdauernde Fliegenentwicklung statt. Die Winterregen vernichten diese Brut im Freien jedoch vollständig, während sie in an vor Regen geschützten Stellen, teilweise in großen Mengen, auskommen.

Temperaturmessungen in Düngergrube Ben Schemen.

Datum	Frischer Dung		Alter Dung		Außentemperatur		
	5 cm	20 cm	5 cm	20 cm	Schatten	Sonne	
1. II. 26	19	21	—	—	17	—	Gemessen wurde
19. II. 26	20	27	21	19	17	—	stets 12h mittags
1. III. 26	20	19	18	17	20,5	—	
15. III. 26	20	18	18	16	15	—	
27. III. 26	27	29	23	21	24	—	
14. IV. 26	40	51	24	22	29	—	Chamzin
4. V. 26	29	28	27	26	33	—	
16. V. 26	38	49	34	33	25	—	
31. V. 26	49	52	41	32	30	—	
20. VI. 26	41	50	35	32	31	—	
3. VII. 26	58	59	34	30	37	48	
18. VII. 26	47	52	32	31	33	36	
5. VIII. 26	56	62	33	31	32	36	
16. VIII. 26	47	48	32	31	31	37	
2. IX. 26	37	42	37	32	31,5	36	
20. IX. 26	42	43	34	32	30,5	37	
4. X. 26	43	48	30	31	27,5	29	trübe
26. X. 26	30	34	27	26	30	37	
18. XI. 26	über 45	über 45	20	21	25	28	
30. XI. 26	46	59	20	24	25	28	
15. XII. 26	35	36	17	16	17,5	18	trübe; alter Dung naß
27. XII. 26	39	47	20	19	20	25	
11. I. 27	29	33	15	16	19	24	
26. I. 27	20	24	16,5	16	17	24	
22. II. 27	23	29	15	15	18	18	trübe, Wind
9. III. 27	37	37	18	17	18	18	trübe, Wind
23. III. 27	24	32	21	20	25	28	
11. IV. 27	33	38	18	17	24	30	
28. IV. 27	50	52	25	24	25	28	
6. V. 27	36	43	24	24	29	33	
25. V. 27	64	63	30	29	34	37	
21. VI. 27	57	66	33	30	31,5	34,5	
4. VII. 27	53	57	30	32	33	37	

In der ausgebauten Düngergrube befindet sich nur Rinderdung. Frischer Dung ist 1—3 Tage alt, alter Dung lagert ca. 1 Jahr. Der Dung rührt aus einem Stall mit Einstreu her.

Messungen aus verschiedenen Tagesstunden zeigen, daß die Schwankungen der Außentemperatur die Misttemperatur in 20 cm Tiefe bereits gar nicht mehr beeinflussen.

Temperaturmessungen in Düngergrube Ben Schemen 2.

Datum	Tageszeit Uhr	Frischer Dung		Alter Dung		Außentemperatur	
		5 cm	20 cm	5 cm	20 cm	Schatten	Sonne
21. VI. 27	6 vorm.	59	65	28	30	23	25
	9 „	61	66	30	30	26	32
	12 mitt.	57	66	33	30	31,5	34,5
	3 nachm.	54	65	32	30	31	34,5
	6 „	60	66	32	30	27	—
	9 „	60	64	30	30	23	—
4. VII. 27	6 vorm.	42	53	30	32	22,5	26,5
	9 „	46	54	30	31	29	33
	12 mitt.	53	57	30	32	33	37
	3 nachm.	53	58	35	32	32	35
	6 „	55	67	33	32	29	—
	9 „	54	67	32	31	25	—

In der folgenden Tabelle sind $1^1/_2$jährige Fliegenzuchten aus Petach Tikwah zusammengestellt. Wie die Zuchten in Daganiah fanden auch sie in Petroleumblechen von 18 l Inhalt statt, die zu $^2/_3$ mit ganz frischem Mist angefüllt waren und 24 Stunden zur Infektion mit Fliegeneiern offen standen. Die zwei ersten Zuchten waren in Kuh-, alle späteren in Maultiermist.

Fliegenzuchten in Petach Tikwah.

Datum (Zucht angesetzt)	I.			II.		
	Zahl der geschlüpften Fliegen	Durchschn. Entwicklungsdauer	Minimal-Maximal-Entwicklungsdauer	Zahl der geschlüpften Fliegen	Durchschn. Entwicklungsdauer	Minimal-Maximal-Entwicklungsdauer
13. VII. 26	8	7,0	6—9	a) 35	6,8	5—9
				b) 6	17,2	16—19
16. VIII. 26	a) 880	11,8	7—13	490	11,5	7—13
	b) 4	18,3	18—19			
14. IX. 26	23	11,6	8—13	13	11,1	6—13
4. X. 26	33	13,5	9—16	a) 25	10,2	9—12
				b) 361	19,8	17—26
17. XI. 26	276	19,7	16—21	210	20,8	19—21
2. I. 27	7	23,4	18—29	1	21,0	—
17. II. 27	—	—	—	—	—	—
27. III. 27	351	31,8	22—48	152	34,0	24—53
7. VI. 27	35	13,5	12—20	128	14,4	12—24
14. VII. 27	a) 17	10,5	9—15	10	10,5	10—12
	b) 9	19.2	18—20			
23. VIII. 27	12	12,5	10—17	251	9,3	7—15
23. IX. 27	7	13,8	13—15	2	14,0	—
23. X. 27	39	9,2	8—11	90	7,7	7—10
25. XI. 27	77	39,9	39—44	26	39,9	39—43
1. II. 28	2	41,0	—	1	38,0	—

Zahl der aus den monatlichen Zuchten schlüpfenden Fliegen.

Monat (Zucht angesetzt)	Durchschnittliche Individuenzahl pro Zucht	Monat (Zucht angesetzt)	Durchschnittliche Individuenzahl pro Zucht
VII. 26	21,5	VI. 27	81,5
VIII. 26	685,0	VII. 27	14,5
IX. 26	18,0	VIII. 27	131,5
X. 26	29,0	IX. 27	4,5
XI. 26	243,0	X. 27	64,5
I. 27.	4,0	XI. 27	51,5
II. 27.	—	I. 28	—
III. 27.	251,5	II. 28	1,5

Einige Parallelzuchten fanden in Ben Schemen statt, und zwar hier stets je eine Zucht mit Kuh- und Maultiermist gleichzeitig. Der feuchtere Kuhmist erwies sich, sowohl was Entwicklungsdauer wie Zahl der schlüpfenden Fliegen anbetrifft als günstiger. Diese Folgerung darf jedoch nicht ohne weiteres auf Pferdemist übertragen werden. Im Winter fanden außerdem Parallelzuchten im Freien resp. unter Dach und Fach statt.

Fliegenzuchten in Ben Schemen. (Kontrollen.)

	Datum (Zucht angesetzt)	I.			II.		
		Zahl der geschlüpften Fliegen	Durchschn. Entwicklungsdauer	Minimal-Maximal-Entwicklungsdauer	Zahl der geschlüpften Fliegen	Durchsch. Entwicklungsdauer	Minimal-Maximal-Entwicklungsdauer
K.	7. VIII. 25	a) 376	13,5	10—17	218	12,7	9—16
		b) 267	20,6	17—27	21	23,0	19—28
M.	8. VIII. 25	558	14,7	9—16	5	12,2	11—13
K.	27. IX. 25	72	16,7	7—23	914	16,4	13—29
M.	27. IX. 25	13	19,8	10—29	64	21,5	9—35
K.H.	1. XII. 25	424	44,4	40—47	1185	47,2	34—54
M.H.	1. XII. 25	47	17,5	8—21	—	—	—
K.F.	1. XII. 25	185	56,4	43—68	10	52,8	48—62
M.F.	1. XII. 25	a) 15	19.1	17—23	—	—	—
		b) 13	49,9	43—58	—	—	—
H.	1. II. 26	49	39,8	39—46	—	—	—
F.	1. II. 26	1	45,0	—	—	—	—

K. = Kuhmist, M. = Maultiermist, H. = Zucht im Haus, F. = Zucht im Freien.

Zahl der aus den monatlichen Zuchten schlüpfenden Fliegen.

Monat (Zucht angesetzt)	Durchschnittliche Individuenzahl pro Zucht			
	Kuhmist		Maultiermist	
VIII. 25	297,0	—	281.5	—
IX. 25	492,0	—	38,5	—
	im Haus	im Freien	im Haus	im Freien
XII. 25	804,5	97,5	47,0	15,0
II. 26	49,0	1,0	—	—

Die Generationenzahl der Fliegen ist in der Küstenebene Palästinas also sicher nicht geringer als in Daganiah. Die Zuchten aus Petach Tikwah, die bei etwas unternormalen Temperaturen stattfanden, ergaben 18 Generationen pro Jahr.

4. Einige allgemeine Bemerkungen.

Die Zahl der Fliegen ist — abgesehen von gewissen Jahreszeiten — stets so groß, daß die theoretisch produzierbare Nachkommenmenge ins Unendliche steigen müßte. Die Frage nach den Begrenzungsfaktoren, welche diese Massenvermehrung verhindern, ist deshalb von theoretischer wie praktischer Bedeutung.

Die Sterblichkeit der Imagines ist im allgemeinen nicht so groß, daß große Massen vor erreichter Geschlechtsreife absterben, da auch unter ungünstigen Außenbedingungen die Fliegen ihnen zusagendere, geschützte Plätze aufzusuchen vermögen. Hier finden wir also keine scharfen Begrenzungsfaktoren.

Die Brutplätze haben alle — trotz scheinbarer Verschiedenheit — einige Eigenschaften gemeinsam. Sie weisen alle einen hohen Feuchtigkeitsgehalt, mindestens zurzeit der Eiablage, auf; ferner ist eine gewisse Wärme erforderlich. Im heißen Sommer der Tropen und Subtropen ist dieser letztere Faktor nicht von Bedeutung, da die Umweltwärme für die Eiablage ein genügendes Stimulans bedeutet. In kühleren Gebieten scheint die Massenentwicklung der Hausfliege aber immer deutlich an das gehäufte Vorkommen zersetzender organischer Substanzen vom Misttypus gebunden zu sein. Die Hausfliege konnte daher daselbst erst mit der Haltung von Haustieren unter den Bedingungen seßhafter Landwirtschaft zu jener Massenentfaltung gelangen, die uns als Fliegenplage so lästig ist. Nebenbei sei bemerkt, daß wir bis heute über die wirkliche Nahrung der Fliegenmade noch in Unkenntnis sind. Ob Bakterien oder pflanzliche Zersetzungsprodukte, die der Enzymtätigkeit der Maden oder der Tätigkeit gewisser Bakterien ihre Entstehung verdanken, bleibt offen. Immerhin scheint die Made in bezug auf die Qualität der Nahrung nicht besonders diffizil zu sein, wie aus den mannigfachen berichteten Brutstätten hervorgeht. Die hohen Temperaturen haben einen entschieden anlockenden Charakter für

die Fliegen. Wie O. C. Lodge[1]) nachwies, liegt ihre Vorzugstemperatur bei ca. 43° C. Angaben über die temperaturbedingte Sterblichkeit der frühen Entwicklungsstadien der Hausfliege wären dringend erwünscht. Bei sommerlichen Durchschnittstemperaturen von 23—27° C entwickeln sich die Maden reichlich in feuchten Fruchtteilen, so von Melonen, Wassermelonen usw. Sind die Temperaturen daher nicht zu niedrig, so ist die Feuchtigkeit des betreffenden Mediums von ausschlaggebender Bedeutung. Feuchte Medien besitzen auch die höchste Anziehungskraft für die Imagines. Hingegen steht es wohl mehr mit chemotaktischen Eigenschaften der Mutterfliegen in Zusammenhang, daß die jeweiligen Brutstätten: Pferdemist, Stallmist, Fruchtschalen usw. nur sehr kurze Zeit den zur Eiablage erforderlichen Stimulus aufweisen, auch solange Feuchtigkeit noch im Überschuß vorhanden ist.

Die Brutplätze charakterisieren sich also durch hohe Wärme, hohe Feuchtigkeit und gewisse Gärungsprozesse, welche sowohl für die Anlockung der eiablegenden Weibchen wie für die Ernährung der Maden erforderlich zu sein scheinen. An solchen Brutplätzen ist scheinbar die Mortalität der Entwicklungsstadien im allgemeinen gering. Begrenzend wird aber die beschränkte Zahl geeigneter Brutplätze und hierin haben wir in den Tropen wie in den Subtropen und im gemäßigten Klima den hemmenden Faktor dor Massenentwicklung unserer Hausfliegen zu erblicken.

[1]) Bull. Ent. Res. **9**, p. 147.

Epidemiologische Forschungen über den Traubenwickler Clysia ambiguella Hübn. und ihre Auswertung für die praktische Großbekämpfung.

Von

L. Sprengel.

(Staatliche Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Neustadt a. d. Hdt. Zoologische Station.)

(Mit 12 Abbildungen.)

1. Problemstellung.

Die bayrische Rheinpfalz ist das klassische Gebiet für das Massenauftreten der beiden Traubenwickler *Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff. Wir haben es hier mit Dauerschädlingen zu tun, deren Zahl zwar schwankt, aber kein eruptionsartiges Ansteigen über ein Vorbereitungs- und Prodromalstadium erkennen läßt. Die allgemeinen Gründe dafür haben Stellwaag 1927 (44) und Sprengel 1927 (32) dargelegt.

Das Weinbaugebiet der Rheinpfalz bildet als größtes deutsches Weinbaugebiet eine fast lückenlos zusammenhängende Monokultur von 15700 ha. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt je nach den Orten 9—10,5° C. Man zieht die Reben höchstens 2 m hoch und mit Zwischenräumen von 1 m. Gewöhnlich werden sie an laufende Drähte gebunden, sodaß Gassen gebildet werden, die im Sommer bei dichter Belaubung gerade so breit sind, daß man eben noch hindurchgehen kann. In ihnen liegt während eines großen Teiles der Vegetationszeit schwüle Luft bei fast völliger Windstille. Die Weinberge sind arm an tierischen Parasiten und Vögeln, so daß auf die beiden Großschädlinge von ihrer Seite keine Dezimierung ausgeübt wird. Zu dieser regionalen Disposition kommen als besondere Bedingungen die Temperaturansprüche der beiden Arten. *Clysia ambiguella*, der einbindige Traubenwickler, dessen Verbreitungsgebiet von den Alpen bis nach Schweden verläuft, findet die Bedingungen für ein Massenauftreten bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5—10° C. In wärmeren Gegenden tritt die Art völlig zurück. *Polychrosis botrana* dagegen gehört geographisch dem Süden (Mittelmeerländer)

an. Seine optimalen Bedingungen für die Stärkung der Individuenzahl liegen bei 9,5—18°C. Das Weinbaugebiet der bayrischen Rheinpfalz liegt also genau in den Massenvermehrungszonen der beiden Wickler. Ein

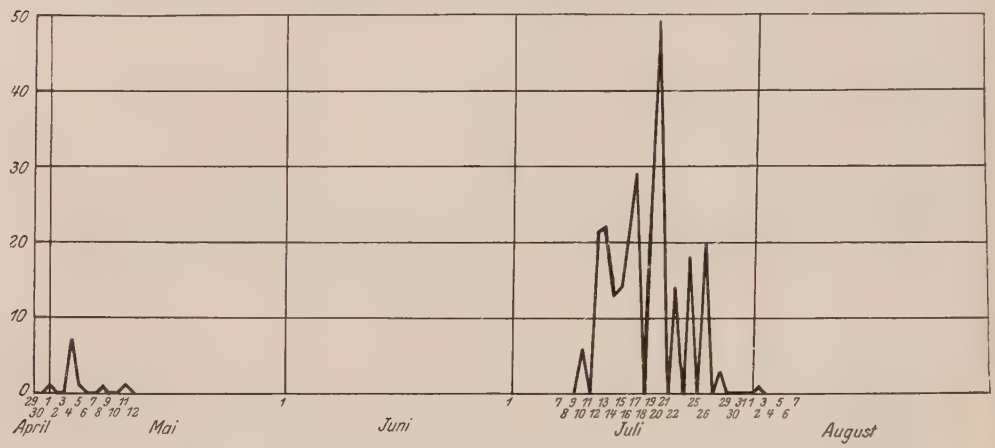


Abb. 1. Flugkurve der 1. und 2. Generation bei Bad Dürkheim, Lage Fronhof, 1926. Schwache erste, sehr starke zweite Generation. (Aus Sprengel 1927.)

Rückgang der einen Art ist gleichbedeutend mit einem verstärkten Erscheinen der anderen und regional durch das Jahresklima bedingt.

Wie aus diesen Darlegungen folgt, liegt hier der seltene Fall vor, daß Dauerschädlinge in ihrem Auftreten nur von

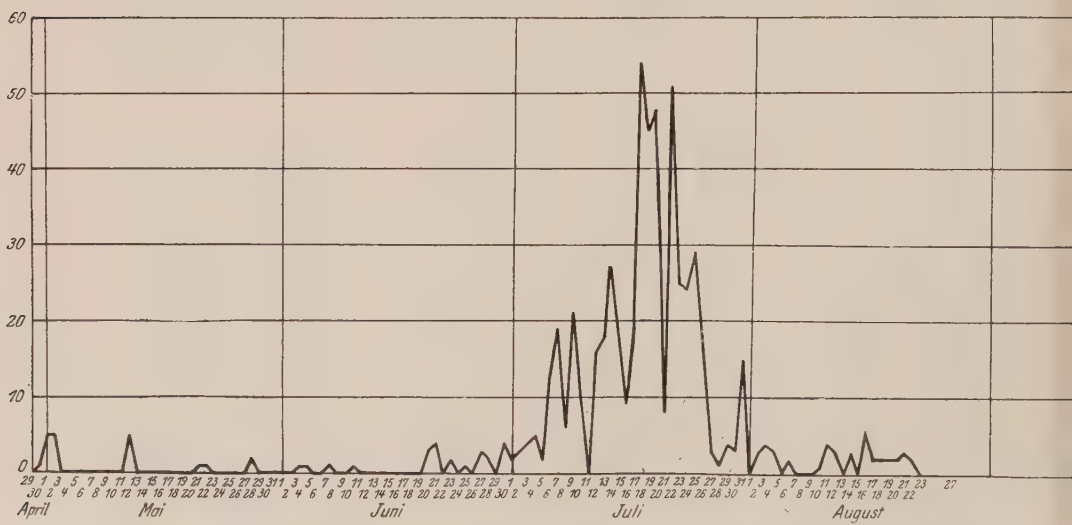


Abb. 2. Flugkurve der 1. und 2. Generation bei Sausenheim-Kleinbockenheim, Lage Schießberg, 1926. Die Flüge gehen ineinander über. (Aus Sprengel 1927.)

Klimafaktoren reguliert werden. Meine Studien beschäftigten sich seit 1925 besonders damit, die graduellen Schwankungen innerhalb des Massenwechselgebietes aufzudecken (32) und zusammen mit

Stellwaag die Massenbewegung analytisch zu erfassen. Zur Analyse des Fluges diente in erster Linie die Ködergläsermethode, über deren Einzelheiten später Näheres ausgeführt wird. Die Auswertung ergab bisher folgendes:

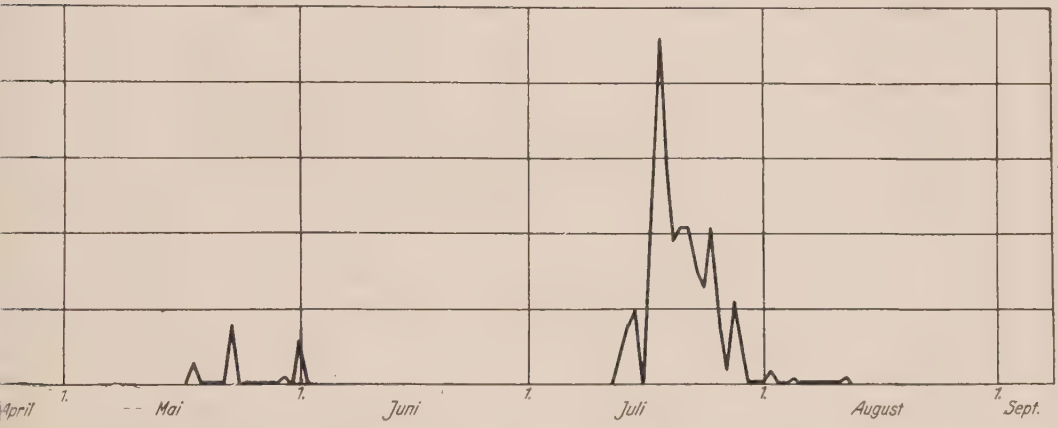


Abb. 3. Flugkurve der 1. und 2. Generation bei Bad Dürkheim, Lage Fronhof, 1927. Schwache erste, sehr starke zweite Generation. Der Vergleich der beiden Kurven vom Fronhof zeigt nicht nur die jahreszeitlichen, sondern auch die jährlichen Unterschiede. (Aus Stellwaag 1928.)

1. Die Flugkurven der beiden Arten stimmen gewöhnlich nicht überein. Dies ist nach den Ausführungen über ihre oben geschilderten verschiedenen Witterungsansprüche verständlich.

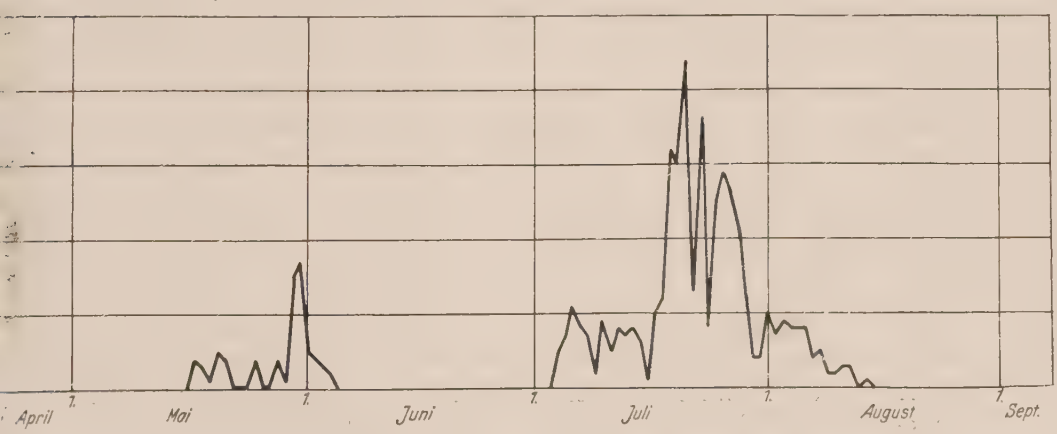


Abb. 4. Flugkurve der 1. und 2. Generation bei Sausenheim-Kleinbockenheim, Lage Schießberg, 1927. (Aus Stellwaag 1928.)

2. Die Frühjahrs- und Sommergenerationen zeigen bezüglich ihrer Dauer und Stärke keine Beziehungen. Auf einen schwachen Frühjahrsflug folgt oft ein starker Sommerflug (Abb. 1 u. 3) und umgekehrt. Daraus ist zu schließen, daß jeweils besondere Klimafaktoren hereinspielen.

3. In den einzelnen Orten, ja in den einzelnen Weinbergen, verlaufen die Flüge ganz verschieden (Abb. 1 und 2).

4. Manche Flüge steigen rasch an und fallen ebenso rasch ab, andere verzetteln sich, so daß Frühjahrs- und Sommerflug ineinander übergehen. Dauer, Stärke und Verlauf ist also verschieden (Abb. 3 u. 4).

Diese Flugbilder besagen zunächst naturgemäß nur Sicheres über das Auftreten der Falter. Es fragte sich, ob der Flug nur ein zufälliges Nebeneinander oder einen Begattungsflug darstellt. Man hatte bisher angenommen, daß der Begattungsflug einige Tage dauere und daß erst nach seinem Abschluß die Eiablage erfolge. Um festzustellen, wann und wielange während des Fluges Eier abgelegt werden, habe ich gelegentlich eines Massenfluges die weiblichen Tiere aus einem im Weinberg aufgehängten Fangglas jeden Tag auf ihren Eivorrat hin untersucht. Das Ergebnis zeigt die Abb. 5. Man bemerkt zunächst, daß in der Kurve zwei Höhepunkte festzustellen sind, am 4.—7. und am 9. Tag. Während des ganzen Fluges waren legereife Eier in den Ovarien. Gegen Ende des Fluges nimmt die Zahl dieser reifen Eier ab, ein Zeichen, daß der Eivorrat sich allmählich erschöpft. Der in den Kurven sich widerspiegelnde Flug stellt also, worauf ich schon 1927 (34) aufmerksam machte, zumindest in seinen Höhepunkten einen Eiablageflug dar, d. h. Begattung und Eiablage finden während des Fluges statt.

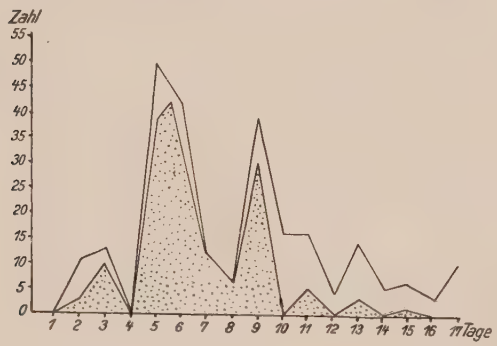


Abb. 5.
Flug der Weibchen (———) und legereife (·····) Eier. Der Falterflug ist ein Eiablageflug.

Falterflug, Begattung und Eiablage können also bis zu einem gewissen Grade zeitlich identifiziert werden. Man erhält demnach aus der Stärke und Dauer des Fluges eine ungefähre Vorstellung, ob viele oder wenige Eier abgelegt werden, und wann die Hauptschübe erfolgen.

Eine Frage von besonderer Wichtigkeit ist die, ob sich noch eine nähere Beziehung zwischen Mottenflug und Auftreten der Räupchen aufdecken läßt. In der Regel darf man annehmen, daß ein starker Mottenflug ein starkes Auftreten der Räupchen zur Folge hat. Solche Verhältnisse herrschen aber nur dann, wenn sich die Eier ohne Störung entwickeln. Die Praxis hat gezeigt, daß dies fast regelmäßig der Fall ist. In einem Zeitraum von 15 Jahren wurde nur 3 mal beobachtet, daß trotz eines starken Fluges die Schädigung ausblieb.

2. Neue Fragen.

Für weitere Untersuchungen waren also folgende Fragen zu lösen, die zugleich einen Einblick in das örtliche und zeitliche Massenauftreten geben:

1. Welche Temperatur und welche Feuchtigkeit üben eine Wirkung auf die Lebensdauer der Falter aus?

2. Ist eine Beeinflussung der Eiablage durch die genannten Faktoren festzustellen?

3. Inwieweit wird die Eientwicklung von der Temperatur und Feuchtigkeit beeinflußt?

4. Bei welcher Temperatur und Feuchtigkeit tritt Mortalität der Eier ein?

3. Das Mikroklima.

Würden die Temperaturen und Feuchtigkeiten, die über weite Strecken auf Falter und Eier einwirken, überall die gleichen sein, so wäre nicht einzusehen, warum beim Mangel anderer Begrenzungsfaktoren von Ort zu Ort erhebliche Unterschiede im Massenauftreten beobachtet werden. Tatsächlich sind es auch nicht die abiotischen Faktoren, wie sie uns die Wetterstationen vermitteln oder gar Durchschnittswerte von Tagen, Wochen und Monaten, die Schwankungen erzeugen, sondern die nächsten Luftschichten, in denen die Tiere unmittelbar leben. Das Luftmeer über dem Boden bis zur Höhe der Endtriebe der Rebstöcke hat seine besondere Struktur. Nackter Boden wird durch Einstrahlung rasch angeheizt. Warme Luftkörperchen wandern, wie Geiger (15, 16) und Sonntag (29) dargetan haben, nach oben, wo eine immer raschere Abkühlung stattfindet. In etwa 2 m Höhe ist es um ein Vielfaches kühler. Nachts liegen durch Ausstrahlung die Verhältnisse gerade umgekehrt. Es herrschen also der Intensität nach die größten Unterschiede. Pflanzungen haben daher ihr eigenes Sonderklima, das außer von der Bestrahlung beeinflußt wird durch Art des Bodens (kalte, warme Böden), Verunkrautung, Pflanzweite, Alter und Sorte der Gewächse, Behandlung der Einzelpflanzen, Neigung des Bodens, Verlauf der Zeilen quer zum Wind oder in seiner Richtung.

Zwar sind Monokulturen mikroklimatisch ärmer als gemischte Bestände und Weinberge mit einheitlicher Erziehung noch weniger reich an Unterschieden, aber das Zusammenwirken der genannten Faktoren genügt bei uns zu Temperaturschwankungen, die während der Vegetationszeit oberhalb von etwa 20° C liegen. Sie sind ausschlaggebend, und meine Untersuchungen werden zeigen, daß die Grenzen optimalen Verhaltens bei der zunächst untersuchten *Clysia ambiguella* nicht besonders weit gesteckt sind. Nur bei Berücksichtigung des Mikroklimas kommt man hier zur klaren Einsicht. Ich werde zeigen, daß das Verhalten des Schädlings geradezu die mikroklimatischen Verhältnisse widerspiegelt. Zu Fehlschlüssen gelangt man, wenn man die Großwetterlage heranzieht. Ebensowenig ist von einer Ver-

anschaulichung durch Klimogramme, die die Mitteltemperaturen und Niederschlagsmengen in Beziehung bringen, etwas zu erhoffen. Sie mögen uns für länderweite Strecken Hinweise geben, nicht aber für die spezielle Umwelt.

Mit Recht lehnt Sonntag (29), der als Meteorologe solche prinzipiellen Fragen besser entscheiden kann als der Biologe, alle Diskussionen über Mittelwerte ganz besonders solche großer Zeiträume als Einzelbewirkungsfaktoren ab. „Alles zeigt, daß Mittelwerte nicht viel nützen, sondern man muß ganz in das Einzelne gehen, will man die tatsächlichen Verhältnisse ergründen." Ehe nicht eine Summe von Einzelbeobachtungen von wissenschaftlichem Wert vorliegt, ist eine Prognose auf längere Zeit unmöglich und lediglich als Denkmöglichkeit zu werten. Viele Gradationen werden durch das Kleinklima und durch das Zusammenwirken von Einzelfaktoren hervorgerufen. „Es ist nicht gleichgültig, ob warme Tage vereinzelt über ein Monat verstreut sind oder ob sie nacheinander folgen. Der zweite warme Tag findet ganz andere Verhältnisse vor als der erste, der Boden ist bereits angeheizt, seine Auftrocknung hat Fortschritte gemacht, die Auswirkungen auf die Pflanzen werden sich dementsprechend auch ändern." Meine Untersuchungen werden zeigen, daß die graduellen Schwankungen der Traubenwicklergradation ihren exakten Gegenwert im Mikroklima finden.

Die Einwirkungen des Mikroklimas kann man experimentell am besten durch gestaffelte Temperaturen und Feuchtigkeiten im Brutschrank nachahmen. Die von mir in den Versuchen erzeugten Kombinationen lehnen sich eng an die Freilandverhältnisse an.

4. Versuchsanstellung und Technik.

Die Beschaffung des Tiermaterials war nicht schwierig, da die Kleinschmetterlinge in manchen Weinbergslagen zu vielen Tausenden flogen. Günstig wäre es gewesen, die Imagines aus Puppen zu ziehen und weiter zu beobachten. Es handelte sich für mich jedoch hauptsächlich zunächst darum, festzustellen, wie sich frisch begattete Weibchen verhalten. Eine Begattung in Gefangenschaft zu erzielen, ist jedoch oft schwierig. Die im Versuch verwendeten Falter stammten daher aus dem Freiland. Sie wurden während des Flughöhepunktes in einem stark beflogenen Weinberg morgens gegen 5 Uhr und abends gegen 8 Uhr einzeln in Gläschen abgefangen. Um diese Zeit erhält man stets frisch begattete Tiere. Von ihnen wurden außerdem solche ausgesucht, deren Abdomen mit Eiern prall gefüllt war und im Wärmeschrank verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsgraden ausgesetzt. Gerade diese Versuchsanordnung erwies sich als vorteilhaft, weil die Eiablage kurz bevorstand. Der Lichtabschluß im Brutschrank beeinträchtigte das Verhalten der Falter, die ja Dämmerungstiere sind, in keiner Weise. *Clysia ambiguella* ist für die vorliegenden Untersuchungen ein günstiges Objekt. Selbst in kleinem Raum legt das Weibchen die Eier auf eine Glasunterlage einzeln und in verschiedenen Zeiträumen ab, wo sie sich ebenso ungehindert und normal entwickeln wie auf der Nährpflanze, wenn nur für genügende Durchlüftung gesorgt ist. Mit den Eiern, die ich von den Versuchstieren im Thermostaten erhielt, wurde dann weiter gearbeitet. Früher habe ich bei derartigen Untersuchungen die Falter in Petrischalen und Glasröhrchen gehalten und sie dort ihre Eier ablegen lassen. Um gewisse Fehlerquellen auszuscheiden, stellte ich dieses Mal

kleine Glasbehälter mit geraden Wänden derart her, daß ich 3 Objektträger untereinander dachförmig mit Klebstreifen verband und die Öffnungen mit einer dünnen Wattelage abschloß (Abb. 6). Sobald Eier abgelegt waren, wurden die Klebstreifen durchschnitten und die Objektträger einzeln aufgestellt. Diese Technik erleichtert die mikroskopische Untersuchung sehr wesentlich. Die Eier sind besser zu kontrollieren, als wenn sie sich auf der Innenseite oder dem Boden von Glasröhrchen oder Petrischalen befinden. Ferner können die Objektträger leichter sauber gehalten werden, was für die Entwicklung der Eier oft ausschlaggebend ist.

Vom rein zoologischen Standpunkt aus wäre die Untersuchung der Beeinflußbarkeit der Imagines so vorgenommen worden, daß die Falter oder Eier in zunehmenden Temperaturen von niederen bis zu hohen Graden und in gestaffelten Feuchtigkeitsgraden gehalten worden wären. Da es sich jedoch hier um Klärung epidemiologisch umrissener Fragen handelte, konnte ich mich auf bestimmte Werte beschränken. In den Monaten Mai und Juli, in denen die beiden Schmetterlinge des Traubenwicklers auftreten, sind im Gebiet des Massenauftretens hauptsächlich Temperaturen von über 20° C zu verzeichnen. Gelegentlich herrschen jedoch auch Wärmegrade von 28 und 30° C. Dies war speziell im Jahr 1931 der Fall. Überraschenderweise setzte schon in der zweiten Maidekate sehr warme Witterung ein, die rasch anstieg. Bemerkenswert ist, daß der Mai 13 Sommertage mit Temperaturen über 25° C und unter diesen vier Tropentage mit über 30° C aufwies. Die vorliegenden Untersuchungen haben hauptsächlich erfassen wollen, welche obere Temperaturgrenze für Falter und Eier verhängnisvoll wird, da untere Begrenzungsfaktoren unter unseren klimatischen Verhältnissen erfahrungsgemäß keine Rolle spielen. Infolgedessen sind Temperaturen zwischen 20 und 35° C zur Anwendung gekommen, die auch für das normale Gedeihen der Rebe während der Vegetationszeit ausschlaggebend sind.

Für die Versuche standen mir mehrere Brutschränke zur Verfügung. Ich bevorzugte jedoch einen Thermostaten, den Stellwaag nach den Vorschlägen von Williams (55) unter Berücksichtigung unserer Verhältnisse anfertigen ließ. Er besteht aus einer $2^1/_2$ m langen viereckigen Rinne, die am einen Ende an einen Eiskasten, am anderen an einen Heißwasserkasten aufstößt. Alle Wände sind isoliert. Der Hohlraum der Rinne ist durch zahlreiche Deckel abgeschlossen. Thermometer, die durch sie hindurchführen, messen die Temperatur in den einzelnen Teilen der im Hohlraum lagernden Luft. Im Heißwasserkasten wird das Wasser bis zu 90° erhitzt und auf dieser Höhe durch einen Regulator erhalten. Die erzeugte Wärme teilt sich der Luft in der Rinne mit. Vom Eiskasten her kühlt sich die Luft ab. So erhält man gradeweise Abstufungen der Temperatur, die man an den Thermometern ablesen kann. Schwankungen werden dadurch vermieden, daß die Deckel dicht schließen. Die Temperaturen blieben um 1° C konstant.

Die verschiedenen Feuchtigkeitsgrade stellte ich nach dem Vorschlag von Headlee (17) durch übersättigte Salzlösungen her, die sich selbst regulieren.[1]) Die Lösung ist, wie Friederichs (14) ausführt, gesättigt, solange Salz von wäßriger Lösung überlagert bleibt. Darüber befindet sich Luft von bestimmter Feuchtigkeit. Ich benutzte Lithiumchlorid (LiCl) für eine relative Feuchtigkeit von 7,154, Aluminiumchlorid ($AlCl_3$) für 37,01 und Kaliumsulfat (K_2SO_4) für 89,78%. Die drei gesättigten und über Kristallen stehenden Flüssigkeiten kamen in gut verschlossene Glasgefäße (Wägegläschen) von 8 cm Höhe und 4 cm Tiefe. Den Boden bedeckte ich mit verschiedenfarbigen Glasperlen, ein Kunstgriff, der die Kontrolle sehr erleichtert. Blau entsprach 89,78%, grün 37,07%, orange 7,15%. In diese Glasgefäße stellte ich die Objektträger oder die dachförmigen Glaszwinger hinein. Durch die Lage Glasperlen waren die Objektträger von der Flüssigkeit getrennt. Es ergab sich, daß eine relative Luftfeuchtigkeit von 70—90% in ihrer Wirkung ungefähr der

[1]) Für seine freundliche Unterstützung möchte ich Herrn Dr. Sailer von der chemischen Abteilung unserer Anstalt bestens danken.

konstanten Relativen Luftfeuchtigkeit von 89,7% gleichkam. Dieselbe Übereinstimmung in den Ergebnissen wies eine konstante Relative Luftfeuchtigkeit von 37,0% und eine schwankende von 36—50% auf. Ich konnte diese Werte also füreinander einsetzen. 89,7 resp. 70—90% Relative Luftfeuchtigkeit wählte ich deshalb, weil sie der unter unseren Verhältnissen im Weinberg herrschenden Luftfeuchtigkeit am nächsten kommt. Diese erreichte z. B. im Mai und Juli 1931 zeitweise 84—87%.

Bei der Kontrolle wurde als Zeiteinheit 1 Tag gewählt, entsprechend der unterbrochenen Eiablage, wie sie für *Clysia ambiguella* charakteristisch ist. Zwischen den einzelnen Ablagen werden in der Regel kleine Zeiträume von mindestens einigen Minuten eingeschoben, und der Ort wird gewechselt. Nur ausnahmsweise legt ein Weibchen mehrere Eier unmittelbar aufeinander und nebeneinander ab. Dies ist nicht nur im Freiland der Fall, sondern auch im Zuchtgefäß.

5. Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Imagines von *Clysia ambiguella* Hübn.

Die Falter von *Clysia ambiguella* halten sich mit Vorliebe in den bodennahen Luftschichten auf. Hier fliegen sie kurze Strecken von Blatt zu Blatt oder von Stock zu Stock, selten die Weinberge verlassend und auf Büsche übergehend. Ihre Flugzeit fällt in die Abendstunden bis gegen Mitternacht und in den frühen Morgen. Eine gewisse Feuchtigkeit und Wärme macht sie besonders flug- und begattungslustig. Bei heller Sonne sitzen sie an schattigen Stellen unter Blättern oder an der Rinde der Stöcke. Schon diese allgemeinen Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß sehr hohe Temperaturen mit Trockenheit nachteilig wirken, ebenso daß niedere Temperaturen, einerlei ob trocken oder feucht, außerhalb der Behaglichkeitszone liegen. Inwieweit sie das Leben der Tiere bedrohen, war bisher nicht bekannt.

Die im Freien nach der im vorigen Kapitel geschilderten Weise eingesammelten und im Brutschrank bei verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit gehaltenen Weibchen zeigten bezüglich ihrer Lebensdauer folgendes Verhalten: (Siehe Tabelle 1.)

Aus diesen Befunden geht hervor:

1. Die Lebensdauer frisch begatteter Weibchen beträgt unter konstanten Bedingungen in keinem Fall mehr als 5 Tage. Im Freien darf die Lebensdauer allerdings auf etwas längere Zeit veranschlagt werden.

2. Oberhalb einer Temperatur von 32° C sterben begattete Weibchen am 1. Tag ab, einerlei ob hohe oder niedere Feuchtigkeitsgrade mitwirken.

3. Bei 32° C und einer fast dampfgesättigten Luft leben die Tiere bis zu 3 Tagen, bei niederer Feuchtigkeit sterben sie am 1. Tag.

4. Bei Temperaturen von 28° C—20° C und hohen Feuchtigkeiten können die Tiere bis zu 5 Tagen am Leben bleiben. Diese Verhältnisse sind also für sie günstiger als andere.

5. Bei Temperaturen von 28° C—20° C und niederen Feuchtigkeiten (40—7%) sterben die Tiere innerhalb von 3 Tagen mehr oder weniger rasch.

Tabelle 1.

Verhalten der ♀♀ von *Clysia ambiguella* bei verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit.

Nr.	Relative Luftfeuchtigkeit %	Temperatur °C	% der gestorbenen Tiere nach Tagen				
			1	2	3	4	5
1	90	35	100	—	—	—	—
2		32	69	20	11	—	—
3		28	43	36	9	9	3
4		25	45	22	4	17	12
5		22	29	42	14	11	4
6		21	12	41	29	5	13
7		20	23	41	24	7	5
8	37	32	100	—	—	—	—
9		28	75	25	—	—	—
10		25	75	25	—	—	—
11		22	75	—	25	—	—
12		21	75	—	25	—	—
13		20	25	50	25	—	—
14	7,15	32	100	—	—	—	—
15		28	50	50	—	—	—
16		25	50	50	—	—	—
17		22	50	—	50	—	—
18		21	50	—	50	—	—
19		20	50	25	25	—	—

Diese Ergebnisse machen es verständlich, daß dort, wo Unterschiede im Mikroklima bestehen, auch erhebliche Unterschiede in der Individuenzahl der Falter zu beobachten sind. Weinbergslagen mit hohen Temperaturen, wie sie z. B. in den wärmsten Gegenden unseres Rebgeländes (Deidesheim, Forst) liegen, beherbergen *Clysia ambiguella* in weit geringerer Menge als die weniger heißen Lagen südlich von Neustadt a. d. Hdt. Dort, wo Taleinschnitte kühlere Luft vom Gebirge her in die Ebene führen, herrscht der Schädling in größter Masse vor. Im einzelnen sind die Randstöcke, außerhalb der dumpfen Hitze der Kulturen meist besonders stark von Faltern bevölkert. In kühleren und regnerischen Sommern ist ein Massenauftreten eher zu befürchten als in trockenen und heißen. Die Unterschiede im Massenauftreten, die in den zahlreichen veröffentlichten Kurven (32, 33, 34, 40, 41, 44, 50, 51), zum Ausdruck kommen, finden also ihre Erklärung in den vorausgehenden Ergebnissen, ebenso der Wechsel in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Generationen im Laufe eines Jahres und der verschiedenen Jahre. Endlich ist für die Art der geographischen Verbreitung eine Erklärung gefunden. Es ist verständ-

lich, daß im heißen und trockenen Süden die Imagines rasch absterben müssen, so daß ein stärkeres Auftreten nur noch in den Weinbaugebieten des südlichen Alpenvorlandes, nicht aber in den Mittelmeergebieten beobachtet wird.

6. Wirkung von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Eiablage.

Zu diesen Versuchen verwendete ich ebenfalls solche Weibchen, bei denen die Copula vollzogen und deren Hinterleib mit Eiern prall gefüllt war. Je 5 solcher Falter wurden 6 Tage lang den verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsgraden ausgesetzt. Ihr Verhalten ist in Tabelle 2 niedergelegt.

Tabelle 2.

Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Zahl der Eier bei der Eiablage.

Temperatur in °C	Zahl der Eier bei R. L. F. in %			Gesamtzahl der Eier von 15 ♀♀	Jedes ♀ hat abgelegt im Durchschnitt
	37,0%	50,0—70,0%	70,0—90,0%		
35	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—
28	6	2	—	8	0,5
25	—	38	109	147	10,0
22	—	71	223	294	20,0
21	—	—	39	39	2,6
20	—	—	32	32	2,0
19	—	—	32	32	2.0

1. Oberhalb einer Temperatur von 25° C werden ohne Rücksicht auf den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft keine Eier abgelegt. Die Tiere, die schon am 1. Tag abstarben, waren zur Eiablage nicht mehr fähig.

2. Bei allen Temperaturen unter 28° C finden Eiablagen statt. Die optimale Eiablagetemperatur liegt zwischen 22° und 25° C.

3. Tiefere Temperaturen wirken hemmend. So werden bei 21 bis 19° C weit weniger Eier abgesetzt.

4. Hohe Feuchtigkeit befördert die Ablage. Besonders günstig sind 70—90%.

Doch selbst unter solchen Umständen wird bei gleichbleibenden meteorologischen Faktoren nicht der ganze Vorrat legereifer Eier abgesetzt. Auf 1 Weibchen kamen ja im Durchschnitt nur 20 Eier. Da frisch begattete Weibchen einen Eivorrat bis zu 60 legereifen Eiern besitzen, ist vielleicht für die weitere Ablage ein Wechsel zwischen niederen und höheren Temperaturen nötig.

Für die Praxis folgt daraus, daß unter optimalen Bedingungen mit der Ablage außerordentlicher Eimengen auf den Rebstöcken gerechnet

werden muß. Oft schon ist die Frage des Massenauftretens des Schädlings trotz intensiver Bekämpfung diskutiert, aber nicht sachgemäß beantwortet worden. Selbst die beste Bekämpfungsarbeit tötet nicht 100% der Räupchen ab. Der Rest verpuppt sich und liefert die Falter. Herrschen die in der Tabelle verzeichneten günstigen Bedingungen, so können diese wenigen Tiere eine große Zahl von Eiern ablegen und somit eine Massenschädigung hervorrufen. Umgekehrt ist der Fall denkbar, daß zwar viele Falter vorhanden sind, aber infolge ungünstiger Verhältnisse nicht zur Eiablage schreiten können. Dann würde einem Massenauftreten nicht die erwartete Schädigung entsprechen. Solche Verhältnisse sind allerdings noch nicht beobachtet worden, wohl weil die Falter unter solchen Bedingungen auch in der Fluglust gehemmt sind und nur ganz kurze Zeit leben.

7. Wirkung von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Entwicklungszeit der Eier.

Auch die frisch abgelegten Eier wurden unter verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen gehalten.

Für die Entwicklungszeit bei bestimmten Temperaturen fand ich folgende Werte.

Bei 20° 8—9 Tage
Bei 22° 7 Tage
Bei 25° 6 Tage

Aus diesen Werten habe ich nach dem Vorgange Bodenheimers (3) den kritischen Kältepunkt berechnet und dafür den Wert 5 gefunden. Die Temperaturentwicklungskurve gibt die Abb. 6 wieder. Wie ersichtlich stimmen die gefundenen Werte mit den theoretisch errechneten in befriedigender Weise überein. Deutlich ist zu erkennen, daß die durch Erfahrung im Freien gefundene Entwicklungszeit von 12 Tagen im Frühjahr und von 10 Tagen im Sommer entsprechend der jeweils herrschenden Temperaturen mit Recht angenommen werden kann.

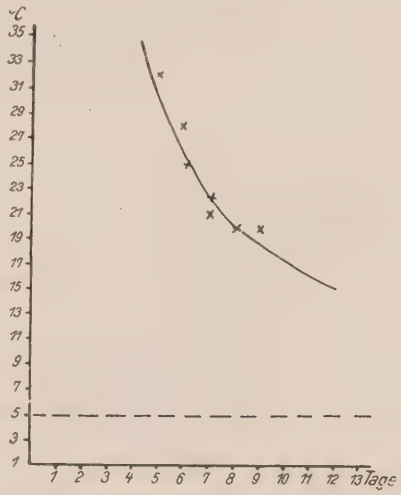


Abb. 6. Dauer der Eiablage von *Clysia ambiguella* unter verschiedenen Temperaturen. Kritischer Kältepunkt (- - - -) bei 5° C. Theoretische Werte (———). Gefundene Werte (×).

Über die Begrenzungsfaktoren gibt Tabelle 3 Aufschluß.

Tabelle 3.

Wirkung von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Entwicklungszeit der Eier.

Relative Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in %	Zahl der toten und lebenden Eier am								
		1. Tag %	2. Tag %	3. Tag %	4. Tag %	5. Tag %	6. Tag %	7. Tag %	8. Tag %	9. Tag %
89,7	32	55†	—	—	—	45	—	—	—	—
89,7	28	—	—	—	—	—	100	—	—	—
37,0	28	—	—	—	—	—	100	—	—	—
89,7	25	—	—	—	—	—	100	—	—	—
89,7	22	—	—	—	—	—	—	100	—	—
89,7	21	—	—	—	—	—	—	100	—	—
89,7	20	—	—	—	—	—	—	—	100	—
65—85	20	—	—	—	—	—	—	—	—	100

Aus Tabelle 3 geht folgendes hervor:

1. Oberhalb von 32° erfolgt keine Entwicklung der Eier mehr.

2. Mit abnehmender Temperatur verzögert sich die Entwicklung im selben Verhältnis. Zwischen 28 und 20° dauert sie 6—9 Tage.

3. Die Feuchtigkeit hat bei höheren Temperaturen keinen, bei tieferen Temperaturen keinen nennenswerten Einfluß.

4. Für unsere spezielle Fragestellung ergibt sich daraus:

Bei einem Mikroklima um 32°C ist damit zu rechnen, daß sich nur ein Teil der Eier entwickelt. Ist unmittelbar nach dem Mottenflug eine dauernde Temperatur von 28° zu verzeichnen, so muß mit dem Erscheinen der ersten Raupen am 6. Tag nach der Eiablage gerechnet werden, während bei Temperaturen von 22—20° der 7., 8. und 9. Tag als Schlüpftermin gelten wird. Welche Bedeutung dies für die Bekämpfung hat, soll später erörtert werden.

8. Einfluß der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auf die Mortalität der Eier.

Über die Morphologie und Physiologie der Eier sei folgendes vorausgeschickt: Die Eier von *Clysia ambiguella* sind 0,90 × 0,65 mm große uhrglasförmige Gebilde. Die ebene Fläche liegt der Unterlage auf. Man unterscheidet eine aus Kittmasse bestehende Randzone, die wie ein Ring das Ei umgibt, so daß eine Art Duplikatur besteht. Die gewölbte Oberseite des Eies ist unregelmäßig netzartig. Unmittelbar nach der Ablage ist das Ei hell opalglänzend und von graugelber Färbung, durch die die Farbe der Unterlage hindurchschimmert. Bei Eiern, die auf planen Glasflächen abgelegt sind, lassen sich alle Entwicklungsvorgänge im Ei bei mikroskopischer Vergrößerung deutlich verfolgen. Bei Zimmertemperatur treten am 1.—2. Tag nach der Ablage Pigmentanhäufungen auf, die als

orangegelbe Flecke bei Lupenvergrößerung bemerkbar sind. Schon am 3.—4. Tag zeichnet sich der Embryo im Ei ab, und die Augenflecke werden sichtbar. Am 4.—5. Tag ist der Kopf deutlich kenntlich, am 5.—6. treten die Kopfnähte hervor, und die Farbe der Kopfkapsel vertieft sich zu dunklem Braun. Mehrere Stunden vor dem Schlüpfen kann man beobachten,

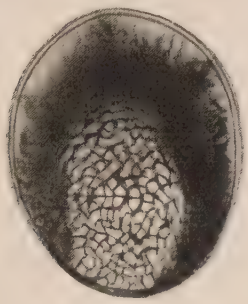


Abb. 7. Frisch abgelegtes Ei von *Clysia ambiguella* Hbn., bei Beginn des Eintrocknens (etwa 85 mal vergrößert). (Phot. Stellwaag)

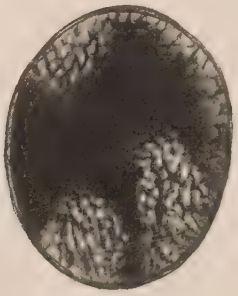


Abb. 8. Fast vollständig eingetrocknetes Ei von *Clysia ambiguella* Hbn. (etwa 85 mal vergrößert). (Phot. Stellwaag.)

wie die Raupe mit ihren Mundwerkzeugen die innere Seite der Eihaut bearbeitet, bis sie schließlich einen länglichen Schlitz herstellt, durch den sie das Ei verläßt. Das leere Ei sieht milchweiß aus.

Durch die Einwirkung von hohen Temperaturen werden — wie aus Tabelle 4 hervorgeht — Eier abgetötet. Wenn frisch abgelegte Eier aus

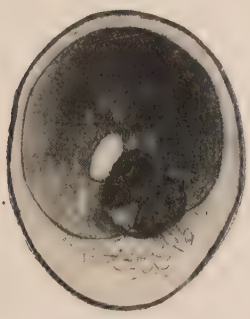


Abb. 9. Ei von *Clysia ambiguella* dicht vor dem Schlüpfen (etwa 85 mal vergrößert). (Phot. Sprengel.)

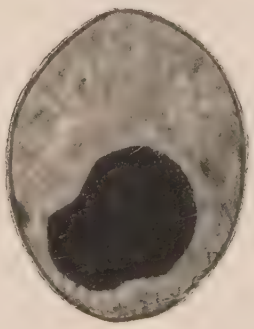


Abb. 10. Mehrere Tage altes Ei von *Clysia ambiguella* Hbn., durch Einwirkung von hoher Temperatur Embryo vertrocknet und geschrumpft (etwa 85 mal vergrößert). (Phot. Sprengel.)

einer normalen Zimmertemperatur von 20 °C in 35 °C gebracht werden, so zeigt sich noch am 1. Tag an der Oberseite des Eies eine runde Delle (Abb. 7), die sich immer mehr vergrößert. Schon am 2. Tag ist die Eioberfläche fast vollständig eingesunken (Abb. 8). Auch ältere Eier gehen auf diese Weise zugrunde. Bringt man dagegen mehrere Tage alte Eier aus

20°C in 32°C, so scheint noch 24 Stunden danach das Ei normal zu sein, bis der Kopf des Räupchens durchschimmert (Abb. 9). Dieses ist aber nicht mehr imstande, die fast durchsichtige aber pergamentartig verhärtete Eihaut zu durchbeißen, obwohl es zuerst den Versuch macht, sondern stirbt im Ei ab (Abb. 10). Nach Chatanay (Marchal 27) soll sich an sehr heißen Tagen im Freiland das Räupchen durch den flachen der Beere anliegenden Boden des Eies in die Beere einbohren können. Stellwaag (51) gibt an, daß die Räupchen je nach dem Wärmegrad wohl in der Lage sind, das Ei durch einen Schlitz nach außen oder aber durch den Eiboden zu verlassen. Zu den in meinen Versuchen unter Einwirkung von 32°C vertrockneten älteren Eiern ist zu bemerken, daß es hier den Räupchen infolge der Glasunterlage nicht möglich war, das Ei durch den Boden zu verlassen. Man wird selbst bei einer Temperatur von 32°C im Freien damit rechnen können, daß nur ein gewisser Prozentsatz durch die hohe Temperatur zugrunde geht. Dies läßt sich auch aus Tabelle 4 ersehen, die folgende Ergebnisse bringt:

Tabelle 4.

Temperatur	35 °C ± 1,	Relative	Luftfeuchtigkeit	70—90%,	Mortalität 100 %
„	32 °C ± 1,	„	„	„	„ 60,5 %
„	28 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	25 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	22 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	21 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	20 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	35 °C ± 1,	„	„	50—70%	„ 100 %
„	32 °C ± 1,	„	„	„	„ 85 %
„	28 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	25 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	22 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	21 °C ± 1,	„	„	„	„ 0
„	20 °C ± 1,	„	„	„	„ 0

1. Temperaturen von 35°C töten also die Eier bei jeder relativen Luftfeuchtigkeit zu 100% ab.

2. Bei Temperaturen von 32°C werden die Eier bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50—70% zu mehr als $^2/_3$ abgetötet, bei der gleichen Temperatur und einer Feuchtigkeit von 70—90% bleiben mehr als die Hälfte der Eier am Leben.

3. Bei Temperaturen von 28°C—20°C werden auch bei einer großen Feuchtigkeitsschwankung zwischen 50 und 90% die Eier nicht beeinträchtigt und können sich normal entwickeln.

Die Werte oberhalb 32°C sind für die Praxis von größter Bedeutung. Sie klären die Fälle auf, wo nach einem starken Falterflug trotz beobachteter Eiablage keine Schädigung durch die Räupchen eintritt. Im Zeitraum der letzten 15 Jahre sind nur selten solche Fälle auf größeren Flächen

beobachtet worden: 1921 bei der 2. Generation und 1929 ebenfalls bei der 2. Generation. Soweit man zuverlässige Angaben in der Literatur findet (51), handelt es sich meist um einen Rückgang im Juli; das ist verständlich, da dort die erforderlichen hohen Temperaturen am ersten zu erwarten sind. Immerhin sind auch Fälle bekannt, wo in einzelnen Weinbergen ihres besonderen Mikroklimas wegen auch schon Ende Mai und Anfang Juni bei der 1. Generation in wechselnder Menge Eier vernichtet wurden, z. B. in einigen Lagen bei Grünstadt 1930. Die Beobachtungen des Mottenfluges und die spätere Zählung der Räupchen ergab z. B. folgendes:

Tabelle 5.

Zählungen in der Nähe von Grünstadt in verschiedenen Lagen.
Mai/Juni 1929.

Falter	Raupen in 100 Blütenständen				
	Bergweg	Krück	Hinter der Kirche	Hochgewann	Senn
76	31	6	1	18	27

Tabelle 6.

Zählungen in der Nähe von Grünstadt in verschiedenen Lagen.
Juli 1929.

Falter	Raupen in 100 Beeren				
	Hochgewann	Krumland	Gaisberg	Steinert	Krück
357	0,4	1	2	2	1,3

Es sei hier nunmehr zusammengestellt, welche Kombinationen der Faktoren im Freiland möglich sind.

Tabelle 7.

Einige Fälle der Gradation.

	Zahl der Falter	Zahl der Eier	Eientwicklung	Zahl der Raupen
1.	sehr viele	massenhaft	normal	Massenauftreten
2.	sehr viele	viele	normal	Massenauftreten
3.	sehr viele	viele	gestört	wenige
4.	sehr viele	wenige	normal	wenige
5.	wenige	massenhaft	normal	Massenauftreten
6.	wenige	massenhaft	gestört	wenige
7.	wenige	viele	normal	Massenauftreten
8.	wenige	wenige	normal	wenige

Es gibt außer Temperatur und Feuchtigkeit noch verschiedene Ursachen, durch die ein Absterben der Eier eintreten kann. In erster Linie wird die Entwicklung dann gestört, wenn die Eiunterlage verunreinigt ist. Auch die Verunreinigung der Oberseite der Eier kann zum Absterben führen. Bei Benutzung wenig günstiger Aufenthaltsgefäße, wie es z. B. zu kleine Glasröhrchen sind, ist deren Innenseite nach einigen Tagen meist mit Schuppenteilen der umherflatternden Falter bedeckt, und die darauf abgelegten Eier gehen zugrunde. Die jeweils einwirkenden Temperaturgrade spielen dabei keine Rolle. Es ist wichtig auf diesen Grund des Absterbens hinzuweisen, damit keine Fehlurteile bei Versuchen entstehen. Soweit im Anfang meiner Versuchsreihe derartige Eier festgestellt wurden, habe ich sie ausgeschieden. Später als ich die oben geschilderten prismatischen Glashäuschen zur Eiablage benutzte, wurden keine Verunreinigungen mehr bemerkt oder konnten doch sofort entfernt werden.

9. Bedeutung der Versuchsergebnisse für die Gradation.

Das vitale Optimum für die Eier liegt zwischen 28° und 20° C. Da die relative Luftfeuchtigkeit in den Weinbergen stets um 60—90% schwankt, praktisch höchst selten unter 35% hinuntergeht und innerhalb dieses Rahmens keinen nennenswerten Einfluß ausübt, dürfen diese Feuchtigkeitswerte als günstige Bedingungen angesprochen werden. Die Abb. 11 macht deutlich, daß die Behaglichkeitszone ziemlich groß ist. Weit kleiner ist sie für die Weibchen. Sie liegt etwa zwischen 20° und 27° C und 60—90% relativer Luftfeuchtigkeit. Nicht alle Weibchen legen selbst unter diesen Bedingungen die Eier ab. Das Feld der optimalen Faktoren ist hierfür noch kleiner. Es liegt zwischen 22° und 25° C und 70 bis 90% relativer Luftfeuchtigkeit. Daraus folgt, daß die Begrenzungsfaktoren am wichtigsten sind für die Weibchen und den Akt der Eiablage. Die Eier haben im Vergleich dazu eine relativ große Widerstandsfähigkeit.

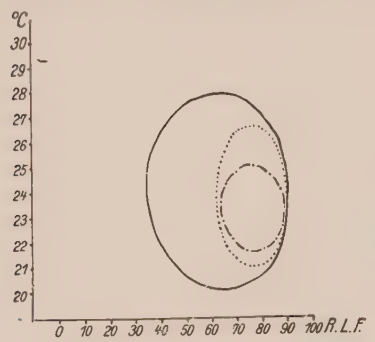


Abb. 11. Vitales Optimum von *Clysia ambiguella*. Eier (——). Weibchen (·····). Eiablage (— . —).

Das Problem liegt also hauptsächlich in der Beeinflussung der Eiablage. Die Zahl der abgelegten Eier ist eine Funktion der Außenfaktoren und darf nicht absolut genommen werden. Wir haben hier einen schwerwiegenden Beweis gegen die verbreitete Anschauung, als könnte man die Eizahl als feststehenden Wert betrachten. Man kann also zwar aus der Kurve der Entwicklungsdauer und der theoretischen Eizahl das „Entwicklungspotential" berechnen, darf es aber nicht auf die tatsächlichen Verhältnisse übertragen, wie dies Bodenheimer (3) will. Auch Escherich (5, S. 57 Anmerkung) drückt aus, daß die Eizahl sehr großen Schwankungen unterworfen ist.

Im ganzen ist eine Massenvermehrung des Traubenwicklers *Clysia ambiguella* dann gegeben, wenn zur Zeit des Fluges und der Eiablage eine gleichmäßige Wärme von etwa 21—25° C bei hoher relativer Luft-

feuchtigkeit herrscht. Dann werden sämtliche Eier abgesetzt, und es können auch wenige Falter eine Kalamität erzeugen. Ein Rückgang der Kalamität findet selbst bei größtem Falterflug statt, wenn die Temperatur während der Eiablage im Mikroklima einige Tage über 28° C beträgt. Dies dürfte wohl gewöhnlich einer mehrtägigen Außentemperatur von mehr als 29°—30° C entsprechen. Selbst bei stärkstem Flug und nach der Abgabe des genannten Eivorrates aber kann eine Cupierung der Massenentwicklung eintreten, wenn die Eier einer Temperatur von etwa 32 bis 35° C einige Tage ausgesetzt sind. Diese Versuchsergebnisse genügen für eine einwandfreie Erklärung der bisher im Freiland beobachteten Fälle des Ablaufes der Traubenwicklergradation, was die Zahl der Tiere anbelangt. Zur Steigerung der späteren Schädigungen durch die Raupen können zahlreiche andere Umstände beitragen.

Die Erkenntnis, daß die kritische Zeit in den Tagen der Eiablage und der Eientwicklung liegt, bestätigt die Richtigkeit der zuerst von Stellwaag auf Grund der Freilanderfahrungen vor Jahren vertretenen Ansicht, daß die Traubenwicklerbekämpfung in die Zeit verlegt werden muß, in der das schädigende Stadium noch nicht vorhanden ist.

Durch die vorliegenden Versuchsergebnisse wurden diese Erfahrungen analytisch und theoretisch begründet. Sie bilden die wissenschaftliche Grundlage für eine gesicherte Prognose und für die praktische Auswertung.

10. Die Großbekämpfung auf epidemiologischer Grundlage.

Die bisherigen Erörterungen haben die Gründe aufgezeigt, warum sich der Traubenwickler *Clysia ambiguella* je nach Ort und Zeit innerhalb der allgemeinen Massendisposition im Weinbaugebiet verschieden verhält. Das Mikroklima und nicht die Stärke der vorhergehenden Generation, Anzahl der Puppen usw., bewirkt, daß der Flug bald Ende April beginnt, bald Mitte Mai. Manchmal ist er stark, manchmal schwach. Auf einen Massenflug folgt zwar oft eine Massenschädigung, gelegentlich aber auch ein starker Rückgang. Nimmt man noch hinzu, daß sich *Polychrosis botrana* mit seinen anderen Temperaturansprüchen oft abweichend verhält, daß er es gelegentlich bis zu drei Generationen bringt, die meist diejenigen von *ambiguella* überschneiden, so versteht man die schweren Katastrophen, die viele Jahrzehnte hindurch über das Weinbaugebiet hinweggegangen sind und jährlich bis zu 20 ja 30 Millionen Mark Verluste brachten. Die Entwicklung der Dinge verlief so, daß noch vor 15 Jahren keine geeigneten Bekämpfungsmethoden vorhanden waren, und daß brauchbare Mittel nicht rechtzeitig angewandt werden konnten. Das Ziel eines sachkundigen Vorgehens war daher, eine vorbeugende Behandlung durchzuführen, die darin gipfelt, das Schadstadium gar nicht zur vollen Wirksamkeit kommen zu lassen.

Im einzelnen waren dabei folgende Aufgaben zu lösen:

1. Geeignete chemische Präparate mit der Aussicht auf wirtschaftliche Erfolge zu empfehlen und nicht wie bisher mechanische Mittel anzuwenden.

2. Die Bekämpfung auf ein bestimmtes Stadium zu konzentrieren, durch dessen Abtötung Schäden ausgeschaltet werden und nicht wie es lange Jahre üblich war, Eier Raupen, Puppen und Falter mit unvollkommenen Methoden zu erfassen.

3. Die Bekämpfung möglichst an die Gradation des Schädlings anzupassen.

4. Dafür zu sorgen, daß die praktischen Maßnahmen mit Inhalt, Sachkenntnis und Allgemeinverständnis erfüllt werden.

In Verfolgung seines Bekämpfungsplanes trat Stellwaag von Anfang an für die Empfehlung von Arsenmitteln ein, die sich in der Pfalz seit 1917 bewährt haben und heute eine große Rolle spielen. Wurden doch allein im Jahre 1925, wo genaue Aufzeichnungen vorliegen, ca. 300000 kg staubförmiger Präparate angewendet. Es ist nicht notwendig, den Gang dieser Entwicklung zu schildern. Er ist aus Literaturverzeichnis Nr. 42 zu entnehmen. Alle anderen Maßnahmen konnten nur Aussicht auf raschen Erfolg haben, wenn wissenschaftliche Untersuchungen auf epidemiologischer Basis die Grundlage bildeten.

Es war ein großer Fortschritt, als man lernte, eine intensive Bekämpfung der Raupen in fortgeschrittenen Stadien durchzuführen. Am Anfang wartete man die ersten Schäden ab und setzte dann mit den ersten Maßnahmen ein. Mehr und mehr aber brach sich die Erkenntnis auch in der Praxis Bahn, daß die Erfolge um so größer waren, je früher man gegen die Raupen arbeitete. Die ausschlüpfenden Räupchen bohren sich in der Regel sofort in die Blütenknospen oder in die grünen Beeren ein. Welch verheerenden Schaden sie schon in kurzer Zeit verursachen können, geht aus meinen Untersuchungen hervor, nach denen 5 Eiräupchen, die sofort nach dem Schlüpfen an einen Blütenstand gebracht wurden, innerhalb von 24 Stunden 9 Blütenknospen angebohrt und 22 miteinander versponnen haben. Solche Beschädigungen bemerkt jedoch nur der geübte Beobachter, wenn er einen Blütenstand eingehend mit der Lupe untersucht. Im allgemeinen fällt der Schaden erst auf, wenn die Räupchen schon den größten Teil des Blütenstandes oder der Beeren zerstört haben. Frühere Katastrophenjahre zeigten, daß die größten Verheerungen durch die früheren Stadien verursacht werden können. Sie sind zu vermeiden, wenn schon die ausschlüpfenden Räupchen auf ihrer Nährpflanze Gift vorfinden, das sie beim Einbohren notwendigerweise aufnehmen müssen d. h. wenn man die Bekämpfung zur Zeit der Eiablage durchführt, damit noch vor dem Ausschlüpfen der Raupen die Nährpflanze mit der Giftschicht überzogen ist. Hier mußten epidemiologische Untersuchungen einsetzen. Aus meinen diesbezüglichen

Untersuchungen ging hervor, daß der Hauptfalterflug auch einen Eiablageflug bedeutet. Da man die Entwicklungsdauer der Eier kennt, kann man auch den Schlüpftermin der Hauptmasse der Räupchen annähernd genau berechnen. Es war also zunächst wichtig, eine Methode zu finden, die eine Kontrolle des Falterfluges gestattete.

Frühere Untersuchungen, namentlich im französischen Weinbaugebiet, im Rheingau und in der Pfalz haben gezeigt, daß man Falter auf verschiedene Weise in Anzahl je nach der Stärke des Falterfluges fangen kann: Durch Aufscheuchen in den Rebstöcken, durch Fanglampen [1]) und Köderflüssigkeiten. Die Literatur hierüber ist außerordentlich umfangreich hinsichtlich der Methoden als Mittel zur Bekämpfung wie zur Beobachtung. Stellwaag entschied sich für die Ködermethode, da sie für die beiden Arten Traubenwickler die sichersten Erfolge ohne Kosten bei einfacher Handhabung bringt, und da über sie die meisten Erfahrungen vorlagen (Sackmüller 1890, Lüstner 1901, Zschokke 1910, Fuhr und Kissel 1911, Schott 1911, Schwangart 1912 usw., siehe Literatur (51). Die Methode zur gelegentlichen Beobachtung der Einzelflüge wurde besonders in Frankreich von Marchal, Feytaud und Picard für die Traubenwickler und den Springwurm 1912 (11, 12, 19, 26, 27) ausgebaut, nachdem sich Feytaud in früheren Untersuchungen schon ihrer bedient hatte. Die Beobachtungen brachten Aufschlüsse über das Verhältnis zwischen *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* sowie über die Zahl von Weibchen und Männchen während der Flugperiode. In Rumänien arbeitete Arion 1912 mit ihr (1). Später, 1925, haben Schneider-Orelli und Leuzinger (23, 24, 25) sie in der Schweiz verwendet. Der Wert der Methode zu statistischen Zwecken war also genügend erkannt.

Nach den vorhandenen Beobachtungen war es somit möglich, mit Hilfe der Köder den Falterflug zu verfolgen und ein genaues Bild von Beginn, Stärke und Dauer zu gewinnen. Vorausgehende Untersuchungen in verschiedenen Gegenden über die Epidemiologie des Schädlings 1925 hatten das überraschende Bild ergeben, daß die Unterschiede von Ort zu Ort ja von Lage zu Lage in Beginn und Stärke des Fluges viel größer sind, als man bisher annahm. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Einleitung dargestellt. Nun zeigte sich also die Bedeutung der altbekannten Ködermethode in ihrer epidemiologischen Auswertung auf großer Fläche. Es bestätigte sich wieder die alte Erfahrung, daß es weniger darauf ankommt, neue Verfahren auszuarbeiten, als brauchbaren zur Wirksamkeit in besonderer Richtung zu verhelfen. Die Erkenntnis, daß mit der Ködermethode epidemiologische Aufschlüsse über die Entwicklung eines regionalen Massenauftretens gewonnen werden können, war neu und veranlaßte Stellwaag, das Verfahren auf breitester Basis im ganzen

[1]) Faes bevorzugte Fanglampen zur Beobachtung hauptsächlich von der Zeit vor dem Krieg bis in die letzten Jahre.

pfälzischen Weinbaugebiet einzuführen, so daß es zu einer Untersuchungsmethode für das gesamte Verhalten des Schädlings im Massenwechselgebiet wurde. Damit konnten die Fragen bearbeitet werden, die Stellwaag bezüglich der Epidemiologie 1921 (39) allgemein aufgeworfen hatte. „Wie kommt jeweils eine Übervermehrung zustande und welches sind die notwendigen Voraussetzungen". Er hatte damals die kausalanalytische Betrachtungsweise gefordert, die vorher in der angewandten Entomologie nicht gebräuchlich war. „Erst nach Klarstellung der jeweils gültigen Regeln können wir dann die Untersuchung mit einer wissenschaftlichen Synthese beschließen." Diese Synthese setzt weiterhin die Praxis des Weinbaues instand, sich in der Bekämpfungsarbeit nach dem Falterflug zu richten. So wurde die Köderglasmethode zu einer wirtschaftlichen Maßnahme von vielseitiger Bedeutung (Sprengel 32, 33, 34).

Im folgenden sei über die Technik einiges mitgeteilt:

Man benutzt mit gärenden Flüssigkeiten gefüllte Gläser, die man in den Weinbergen aufhängt. Die Flüssigkeiten ziehen in einem gewissen Umkreis die Falter herbei, die sich auf der Oberfläche fangen. Die Zahl der auf der Flüssigkeit schwimmenden Schmetterlinge wird von Tag zu Tag festgestellt und in eine Tabelle eingetragen. Aus der Ab- und Zunahme der Falter kann der Beobachter Stärke, Dauer und Ablauf des Falterfluges beurteilen. Folgendes über die Beschaffenheit der Gläser, den Zeitpunkt des Aufhängens, über Aufhängestelle und Zusammensetzung der Köderflüssigkeit ist dabei zu beachten:

Am besten benützt man Einmachgläser mit umgebogenem Rand, die 1—2 l Flüssigkeit fassen. Auch gut gereinigte Konservenbüchsen können verwendet werden. Wichtig ist es, daß man in ein und derselben Gemarkung gleichartige Gefäße aufhängt. Der Beginn des Falterfluges richtet sich nach der Witterung und ist wie diese von Jahr zu Jahr verschieden. Er kann schon Ende April oder erst Mitte Mai einsetzen. Es ist infolgedessen ratsam, die Fanggläser bereits in der letzten Aprilwoche anzubringen und von da ab zu kontrollieren, damit man den Beginn des Fluges erfaßt. — In erster Linie kommen diejenigen Lagen in Betracht, die gewöhnlich stark befallen sind, daneben jedoch auch weniger heimgesuchte Weinberge, denn der Befall kann sich verschieben. Wenn im Weinbergsgelände eine Wetterstation vorhanden ist, so werden einige Gläser in ihrer unmittelbaren Nähe angebracht, so daß man die Beobachtungen mit den Wetterablesungen in Beziehung setzen kann. Im allgemeinen genügen pro Morgen 2 Gläser. — Als Aufhängestelle wählt man einen normal ausgebildeten Stock in der Mitte der Rebzeile und befestigt das Glas mit Draht oder Schnur etwa in der Höhe der Blüten oder Trauben, wie dies Abb. 13 zeigt. Günstig ist es, wenn das Glas von Blättern geschützt ist, damit es sich nicht mit Regenwasser füllt. Andererseits dürfen die Falter beim Anflug nicht behindert werden. — Die Köderflüssigkeit besteht aus gärenden Flüssigkeiten, z. B. aus stichigem Wein, mit Zusatz von etwas Essig und Zucker. Die Gläser werden damit zu $^3/_4$ gefüllt. — Die Beobachtung muß täglich zur selben Stunde, möglichst am frühen Morgen vorgenommen werden. Man entfernt zunächst alle Fremdkörper, wie Blätter und andere Insekten, die zufällig in das Glas gelangt sind und überzeugt sich, ob noch genügend Flüssigkeit vorhanden ist. Dann nimmt man mit einem Holzstäbchen die auf der Oberfläche liegenden Falter heraus und zählt sie. Damit keine Verwechslung mit andern ähnlichen Schmetterlingen vorkommt, ist es notwendig, daß der Beobachter das Aussehen der Traubenwickler kennt. Über die Art der Aufzeichnung und Auswertung geben meine Veröffentlichungen (32, 33, 34) Aufschluß.

Die Methode wurde von uns 1925 in die große Praxis eingeführt. Jährlich sind seitdem über 1000 Fanggläser zum Teil mit Unterstützung der Bürgermeisterämter in den bedrohten Gebieten ausgehängt und werden meist

von Feldschützen beobachtet. Der Beobachter schreibt die pro Tag und Fangglas gefundene Zahl der Falter auf und trägt das Ergebnis in eine Tabelle ein, die am Gemeindehaus öffentlich angebracht wird. Jeder Winzer kann sich dann dauernd vom Verlauf des Falterfluges in den Lagen, in denen er begütert ist, überzeugen und Vorbereitungen für die richtige Zeit der Bekämpfung treffen. Es zeigte sich, daß die Bekämpfungsmaß-

Abb. 12. Rebstock mit vorschriftsmäßig aufgehängtem Köderfangglas. (Phot. Sprengel.)

nahmen von Lage zu Lage um so wirksamer gestaltet werden können, je enger sie sich an den Verlauf des Falterfluges anpassen. Auf Grund der epidemiologischen Beobachtungen wurde die Praxis rasch in den Stand gesetzt, zu erkennen, wann die größte Zahl der Eier abgelegt wird und wann mit der Bekämpfung begonnen werden muß. Nur dadurch ist es möglich, diesen Zeitpunkt für jeden Weinberg so früh zu legen, daß Schädigungen durch die Jungräupchen vermieden werden. Andererseits erhält der Winzer genügend Anhaltspunkte, inwieweit er bei starkem Auftreten die Bekämpfung zu forcieren hat, oder ob er seine Maß-

nahmen bei schwachem Auftreten einschränken und damit Geldausgaben sparen kann.

Der Erfolg oder Mißerfolg liegt somit in der Hand des Einzelnen. Der Praktiker kann nach Richtlinien, die speziell für ihn und seinen Besitz gelten, vorgehen. Er bestimmt selbst den Bekämpfungstermin innerhalb einer gewissen Zeitspanne. Dadurch ist er nicht mehr unvorherzusehenden Verhältnissen ausgeliefert, sondern Herr der Situation. Er muß nicht warten, bis eine Katastrophe über ihn hereinbricht und dann zusehen, wie seine Ernte dabei vernichtet wird, sondern er verhütet sie. Auf diesem Punkt der Unabhängigkeit und Sicherheit liegt ganz besonderes Gewicht.

Durch die Köderglasmethode wurde eine sachgemäße Bekämpfungsarbeit in einer vorher nicht vorauszusehenden Art Allgemeingut des Winzers. Er lernte, sich eingehend mit der Lebensgeschichte und Beobachtung des Schädlings zu befassen und den Sinn der Bekämpfungsarbeit und namentlich des frühzeitigen Vorgehens zu verstehen. Die epidemiologische Beobachtung brachte überraschend schnell die Erfüllung der eingangs dieses Abschnittes mitgeteilten Aufgaben. Der Erfolg spricht sich darin aus, daß seit 1926 Jahr für Jahr volle Ernten erzielt wurden, während früher kaum zwei Jahre hintereinander befriedigende Mengen von Trauben heranreiften.

Zur Unterstützung der Maßnahmen, die der Winzer zu ergreifen hat, steht die Neustadter Anstalt in einer umfassenden Aufklärungstätigkeit. Es werden regelmäßig Mitteilungen über die allgemeinen Beobachtungen des Fluges, über die bevorstehende Zeit und Art der Bekämpfung und über neue Erfahrungen mit Bekämpfungsmitteln hinausgegeben. Sie gehen an etwa 100 Bürgermeisterämter, 300 Vertrauensleute und 30 Zeitungen, sowie an etwa 70 wichtige Persönlichkeiten. Den Ausführungen werden die epidemiologischen Verhältnisse zugrunde gelegt. Nach Abschluß des Fluges laufen die Aufzeichnungen von den Beobachtungsstationen bei uns ein, so daß wir jährlich über ein außerordentlich umfangreiches Material verfügen.

Es darf hier erwähnt werden, daß das pfälzische Vorbild für andere deutsche Weinbaugebiete und auch für Österreich den Anlaß bildete, eine ähnliche Beobachterorganisation ins Leben zu rufen. In der Schweiz werden Beobachtungen in einer größeren Zahl von Gemeinden seit 1927 durchgeführt.

Über die Bekämpfungsmittel soll nur kurz folgendes mitgeteilt werden. Zur vorbeugenden Bekämpfung gebraucht man Arsenmittel als Pulver oder Aufschwemmungen und zwar gewöhnlich in Kombination mit Pilzgiften. Man arbeitet stets so, daß die Pflanzenteile mit Gift belegt sind, ehe die Räupchen ausschlüpfen, so daß diese also einen Giftbelag vorfinden. Nikotin oder Tabakextrakt wird empfohlen zu der Zeit, wo die Eier schlüpfreif sind. In beiden Fällen bekämpft man also, ehe das schädigende Stadium vorhanden ist.

Die in den vorliegenden Ausführungen mitgeteilten Versuchsergebnisse bringen in die Erkenntnis des Ablaufes der Gradation neue Gesichtspunkte. Diese seien im folgenden in ihrer Auswirkung für die Praxis beleuchtet. Es gibt verschiedene Möglichkeiten für die Vornahme der Bekämpfung in Beziehung zu Falterflug und Temperatur:

1. Es findet ein starker Hauptflug statt. Währenddessen und 8—10 Tage nachher herrschen Temperaturen über 20° C, die 24° nicht überschreiten. Die Folge davon ist, daß die Falter nach und nach normalerweise absterben und in der Lage sind, ihre Eier naturgerecht abzusetzen. Die meisten Eier schlüpfen am 6. Tag, die letzten am 9. Tag nach dem Hauptflug. Die Bekämpfung hat vom 5. Tag ab einzusetzen.
2. Es findet ein starker Hauptflug statt. Währenddessen und mehrere Tage darnach setzt eine Hitzeperiode ein, bei der die Temperaturen auf 28—32° C steigen. Die Falter werden abgetötet. Die Eiablage unterbleibt, oder falls Eier kurz vor Eintritt der Hitzewelle abgelegt worden waren, vertrocknen sie. Eine Bekämpfung kann unterbleiben.
3. Während und nach dem Falterflug herrschen Temperaturen um 25° C. Ein Teil der Falter wird absterben wie im vorhergehenden Fall, aber es fanden vorher noch Eiablagen statt. Bei der herrschenden hohen Temperatur dauert die Eientwicklung nur 6 Tage. Die beste Zeit der Bekämpfung findet vom 5. Tag ab nach dem Hauptflug statt.
4. Falterflug und Eiablage sind stark und verlaufen ungehindert. Am 1.—2. Tag nach der Ablage treten mehrere Tage lang 35° C ein. Die Eier vertrocknen. Eine Bekämpfung kann unterbleiben.
5. Falterflug und Eiablage verlaufen ungehindert. Am 1.—2. Tag nach der Eiablage setzen Temperaturen von 32° C ein. Nur ein Teil der Eier wird abgetötet. Daher ist es richtiger, eine Bekämpfung auszuführen. Da diejenigen Eier, die sich entwickeln können, schon bis zum 5. Tag heranreifen, muß die Bekämpfung vom 4. Tag ab nach dem Hauptfalterflug einsetzen.
6. Falterflug und Eiablage verlaufen normal. Unmittelbar nach dem Flug steigt die Temperatur auf 28° C und hält sich auf dieser Höhe. Die Eier entwickeln sich innerhalb von 6 Tagen. Die Bekämpfung wird vom 5. Tag ab vorgenommen.

   Normalerweise treten Störungen, wie sie in den geschilderten Fällen Nr. 2 und 4 gezeigt sind, selten ein, so daß in der Regel eine Bekämpfung stattfinden muß.

Nur kurz sei hier noch ein Gebiet gestreift, für das die Ergebnisse meiner Untersuchungen von Bedeutung sind. Alljährlich werden von sämtlichen deutschen Weinbauversuchsanstalten und andern mit Weinbau sich befassenden Körperschaften Freilandversuche in größerem und kleinerem Maßstab angestellt, mit dem Ziel, die von der Industrie auf den Markt gebrachten Schädlingsbekämpfungsmittel auf ihre Wirksamkeit

zu prüfen. Ich weise vorläufig an dieser Stelle darauf hin, daß für die richtige Beurteilung solcher Versuche die hier mitgeteilten epidemiologisch-analytischen Befunde eine Grundlage bilden müssen, wenn Fehlurteile vermieden werden sollen.

Die epidemiologischen Beobachtungen gestatten also den Schädlingsbefall vorauszusehen und zwar so früh, daß der Praxis genügend Zeit bleibt, sich die Tage der Bekämpfung festzulegen und zu entscheiden, wie die Schädlingsbekämpfung mit anderen Maßnahmen in Einklang zu bringen ist. In unserem besonderen Fall ist nach der in dieser Arbeit gebrachten analytischer Klärung das Ziel epidemiologischer Untersuchungen: Prognose und wirtschaftliche Bekämpfung in praktisch befriedigender Weise erreicht. Alle meine Mitteilungen haben gezeigt, daß eine Prognose auf längere Frist, etwa gar auf Monate unmöglich ist. **Die Traubenwicklergradation ist eine Funktion des Kleinklimas.**

Literatur.

1. Arion (G.), Contributiuni la Studiul Cochylisului si al Eudemisului in Romania. Bucaresti 1913.
2. Blunck (H.), Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen. 4. Wanderversammlung Deutscher Entomologen in Kiel 1930.
3. Bodenheimer (F. S.), Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. II. Die Temperaturentwicklungskurve bei medizinisch wichtigen Insekten. Centralblatt für Bakteriologie, 1. Abtlg., 93. Band, 1924.
4. Escherich (K.), Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstwissenschaftl. Zentralblatt, Heft 12, 1930.
5. — —, Die Forstinsekten, Bd. 3, Berlin, Verlag Paul Parey, 1931.
6. Faes (H.), Essais et Traitements effectués dans le Vignoble vaudois contre le Ver de la Vigne (Cochylis) en 1918. Lausanne 1919.
7. — — u. Staehelin (M.), Les Traitements contre la Cochylis (Ver de la Vigne) en 1921. Lausanne.
8. — —, La Lutte contre les Vers de la Vigne (Cochylis et Eudémis) de 1922 à 1924. Berne 1925.
9. — —, La Lutte contre les Parasites, Insectes et Champignons de la Vigne en 1925 et 1926. Berne 1927.
10. — —, La Lutte contre les Parasites de la Vigne, Insectes et Champignons en 1927 et 1928. Berne 1929.
11. Feytaud (J.), Cochylis et Eudémis Procédés de Capture des Papillons. Bulletin de la Société d'Etude et de Vulgarisation de la Zoologie Agricole. Bordeaux 1913.
12. — —, Recherches sur les Pièges-Appâts. I. Les Appâts empoisonnés. II. L'inégalité des prises. Les Captures exceptionnelles, Bull. de la Société d'Etude et de Vulgarisation de la Zoologie agricole. Bordeaux 1916.
13. — —, Moyens de Lutte contre l'Eudémis et la Cochylis. Bulletin de la Société d'Etude et de Vulgarisation de la Zoologie agricole. Bordeaux 1919.
14. Friederichs (K.), Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin, Verlag Paul Parey, 1930.
15. Geiger (R.), Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, Verlag Vieweg, 1927.
16. — —, Temperaturstruktur und Mikroklima. Meteorolog. Zeitschr. 1930, Heft 11.

17. Headlee (F. J.), Some Facts Relative to the Influence of Atmospheric Humidity on Insects Metabolism. Journal of Econ. Entom. 1917, Bd. 10.
18. Jegen (G.), Das Verhältnis des einbindigen zum bekreuzten Traubenwickler in schweizerischen Gebieten. Weinbau und Weinhandel 41. 1923, 87—88.
19. Klingmann (F.), Aus den diesjährigen Versuchsarbeiten zur Bekämpfung des Heuwurmes im Bezirke Frankenthal-Grünstadt. 1. u. 2. Der deutsche Weinbau 5, 1927, 461—464; Pfalz-Wein 15, 1927, 542—544, 567—568, 674—675, 688—689.
20. — —, Aus den diesjährigen Versuchsarbeiten zur Bekämpfung des Sauerwurmes im Bezirk Frankenthal-Grünstadt. Der deutsche Weinbau 7, 1928, 40—43, 52—53.
21. — —, Versuchsarbeiten zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes im Jahre 1926 in der Rheinpfalz. Der deutsche Weinbau 8, 1929, 16, 28—29, 42—43, 52—53.
22. Klingmann (F.), Stellwaag und Sprengel, Praktische Versuchsarbeiten zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes von 1926—1929 in der bayer. Rheinpfalz, besonders in den Bezirken Frankenthal und Grünstadt. Verlag Weinbauverein der Rheinpfalz in Neustadt a. d. Hdt. 1930.
23. Leuzinger (H.), Observations sur les deux Espèces de Vers de la Vigne, *Conchylis ambiguella* (Cochylis) et *Polychrosis botrana* (Eudémis) et la Lutte entreprise contre ces deux Ennemis du Vignoble dans le Canton du Valais en 1925. La Murithienne, XLIII, 1924—1925. Lausanne 1926.
24. — —, Die Fangglasmethode in der Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes im Kanton Wallis. Schweiz. Zeitschr. für Obst- und Weinbau 36, 1927, 166—169.
25. — —, Les Vers de la Vigne en Valais de 1926 à 1929. *Clysia ambiguella* (Cochylis) et *Polychrosis botrana* (Eudémis). La Murithienne, XLVII, 1930.
26. Marchal (P.), La Cochylis et l'Eudémis en 1912. Annales des Epiphyties, Bd. 1, Paris 1913.
27. — —, Rapport sur les Travaux accomplis par la Mission d'Etude de la Cochylis et de l'Eudémis pendant l'Année 1911. Paris 1912.
28. Miestinger (K.), Neuere Erfahrungen über die Bekämpfung der Traubenwickler. Weinland Nr. 5, 1930.
29. Sonntag (K.), Klimaforschung im Weinbaugebiet. Pfälzisches Museum 1931.
30. Sprengel (L.), Eine Schädlingskatastrophe im pfälz. Weinbau. Anzeiger f. Schädlingsk. 1925.
31. — —, Massenauftreten und Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurmes 1925 und 1926 (*Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.) in der Pfalz. Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom.
32. Sprengel (L.), Untersuchungen über die Gradation des Heu- und Sauerwurmes *Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.). Problemstellung mit Berücksichtigung prinzipieller Fragen. Zeitschr f. angew. Entom. Berlin 1927.
33. — —, Versuche zur Rationalisierung der Heu- und Sauerwurmbekämpfung im pfälzischen Weinbau. Der deutsche Weinbau 1927, S. 455—460.
34. — —, Die Fanggläsermethode zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes. Pfalz-Wein 15, 1927, 686 u. 687, 699 u. 700.
35. — —, Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in den Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. f. Schädlingsk., IV. Jahrg., Heft 3, 1928.
36. — —, Versuche zur Vergiftung des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hübn.) mit verschiedenen Arsenverbindungen. Wein und Rebe, Heft 11, 10. Jahrg., 1928.
37. — —, Studien über die Eiablage des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hübn.) innerhalb eines Massenfluges. Verhandl. d. Deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom. 1929.
38. Stellwaag (F.), Die Schmarotzerwespen als Parasiten. Berlin, Verlag Paul Parey, 1921.

39. Stellwaag (F.), Entwicklung und Stand der Traubenwicklerbekämpfung in der bayerischen Rheinpfalz. Allg. Weinzeitung 40, 1923, 117—119.
40. — —, Die Massenbewegung der Traubenwickler im Verhältnis zur Witterung. Anzeiger f. Schädlingsk. 1925.
41. — — u. Sprengel (L.), Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurmes in der Pfalz mit staatlicher Unterstützung 1925 und 1926. Pfalz-Wein, Nr. 33, 1926.
42. — —, Der Gebrauch der Arsenmittel im deutschen Pflanzenschutz. Flugschr. Nr. 11 d. Deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom. Berlin, Verlag Paul Parey, 1926.
43. — —, Wie kann ich den Heu- und Sauerwurm wirksam und wirtschaftlich bekämpfen. Merkblatt Nr. 8 der Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Neustadt a. d. H. März 1929.
44. — —, Forschungen über die Epidemiologie des Heu- und Sauerwurmes (*Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.). Verhandl. d. Deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom. 1927.
45. — —, Der Heu- und Sauerwurm (*Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.). Flugblatt Nr. 49 der Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., 4. Aufl., 1927.
46. — —, Warum tritt der Heu- und Sauerwurm in der Pfalz besonders stark auf? Der deutsche Weinbau 1927, S. 450—454.
47. — —, Was lehrt uns das Jahr 1926 in der Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes? Pfalz-Wein 15, 1927, 54 u. 55, 83 u. 84.
48. — —, Die Zukunft der Schädlingsbekämpfung im Weinbau. Pfalz-Wein 16, 1928, 181 u. 182, 193 u. 194, 221.
49. — —, Der Weinbau im Existenzkampf gegen Schädlinge. Ztschr. f. angew. Chemie, 41, 1928, 806—809.
50. — —, Epidemiologisch-statistische Untersuchungen für eine rationelle Schädlingsbekämpfung, durchgeführt an den Traubenwicklern. Anzeiger f. Schädlingskunde, Heft 5, 1928.
51. — —, Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin, Verlag Paul Parey, 1928.
52. — —, *Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff. im deutschen Weinbaugebiet. 4. Int. Congr. Entom. Ithaca, Vol. 2, 1929.
53. — — Heu- und Sauerwurm. Weinbaulexikon von K. Müller, Berlin, Verlag Paul Parey, 1930.
54. Uvarov (B. P.), Insects and Climate. Transactions of the Entomological Society of London, Vol. 79, London 1931.
55. Williams (C. B.) and Kirkpatrick (T. W.), A Multiple Temperatur Incubator. Ministry of Agriculture Egypt. Technical and Scientific Service Bulletin, Nr. 38, 1924.
56. Zschokke (A.) u. Stellwaag (F.), Auftreten und Bekämpfung von Rebschädlingen in der Pfalz 1926. Pfalz-Wein 15, 1927, 86.
57. Zur Errichtung von Traubenwicklerbeobachtungsstellen. Allg. Weinzeitung 44, 1927, 127 u. 128.
58. Zwölfer (W.), Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. I. Die Kieferneule (*Panolis flammea* Schiff.). Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. XVII, 1931, S. 475—682.

Zur Lehre von der Bekämpfung der Schadinsekten.

Von

W. Zwölfer, München.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie.)

Die Lehre von der Bekämpfung der Schadinsekten mit technischen oder biologischen Hilfsmitteln, geht bekanntlich von der Überlegung aus, daß sich im Entwicklungsgang einer jeden Art ein schwacher Punkt findet, an dem eine Bekämpfungsmaßnahme einsetzen kann. Ihn aufzufinden ist Sache des Studiums der Lebensgewohnheiten der Art, ihn zweckmäßig auszunutzen ein technisches Problem, zu dessen Lösung sich nur allgemeine Richtlinien aufstellen lassen. Dies ist in der einschlägigen Literatur schon mehrfach geschehen und bedarf keiner weiteren Erörterung.[1])

Eine weitere Frage indessen, die ebenfalls in dieses Gebiet gehört, hat bislang keine entsprechende Beachtung gefunden: jene nach dem Nutzeffekt der Bekämpfungsmaßnahmen und seiner allgemeinen Bewertung.[2]) Dank den epidemiologischen Forschungsergebnissen des verflossenen Jahrzehnts lassen sich auch zur Behandlung dieses Problems generelle Richtlinien aufstellen.

Bezüglich des Nutzens einer Bekämpfungsmaßnahme wurde bisher lediglich das Ergebnis des praktischen Feldversuches berücksichtigt. Dabei ergab sich vielfach, daß eine Kampfmethode, die an einem Orte und in einem Jahre den erwünschten Erfolg brachte, bei anderer Gelegenheit versagte. Die Literatur enthält hierfür zahlreiche Beispiele, auf die in diesem Zusammenhang nicht weiter eingegangen werden soll.

Womit hängen derartig widersprechende Erfahrungen zusammen? Man ist leicht geneigt, das gelegentliche Versagen einer Kampfmaßnahme auf Mängel in der technischen Durchführung der Methode zurückzuführen.

---

[1]) Vgl. hierzu die Werke von Escherich (2), Friederichs (3), Stellwaag (7), Trappmann (8), Wardle and Buckle (9), Wardle (10) und zahlreiche andere.

[2]) Bodenheimers Überlegungen (1), die in seiner kürzlich erschienenen interessanten Studie niedergelegt sind, mit der ich nach Abschluß dieser Arbeit bekannt wurde, laufen in verschiedenen Punkten den folgenden Ausführungen parallel.

In manchen Fällen mag dies auch tatsächlich zutreffen. Doch braucht es keineswegs die Regel zu sein. Um dies zu verstehen, ist es notwendig, den Nutzwert einer Bekämpfungsmaßnahme unter ökologischen Gesichtspunkten zu betrachten.

* * *

Die jeweilige Bevölkerungsdichte eines Insektes, d. h. seine auf irgendeine Lebensraumeinheit bezogenen Individuenzahl, läßt sich bekanntlich als das Ergebnis des Gegenspieles zweier Kräfte auffassen: der Zeugungsfähigkeit oder des Entwicklungspotentiales der Art auf der einen Seite, der Vernichtungsfaktoren der Umwelt oder kurz des Umweltswiderstandes auf der anderen Seite. Von dieser Überlegung ausgehend, ist es möglich, eine Gleichung aufzustellen, die alle für die Bevölkerungsbewegungen der Art maßgebenden Komponenten umfaßt.[1]) Auf ihre Wiedergabe kann in diesem Zusammenhang verzichtet werden. In dieser Bevölkerungsgleichung ist die Endpopulationsdichte eines Schädlings nach Ablauf einer Generation ausgedrückt als Funktion seiner Ausgangspopulationsdichte, seiner absoluten Eizahl, seines Geschlechterverhältnisses und einer Reihe unabhängig veränderlicher und abhängig veränderlicher Komponenten des Widerstandes der Umwelt.

Die Wirkung einer Bekämpfungsmaßnahme ist — wie jeder künstliche Eingriff in das Biotop — unter diesem epidemiologischen Gesichtspunkt betrachtet, zu den unabhängig veränderlichen Widerstandskomponenten zu zählen und erscheint lediglich als eine Ergänzung der natürlichen Vernichtungsfaktoren, die bereits am Aufenthaltsort des Schädlings in Erscheinung treten.

Nun kann ein Insekt erst dann als Schädling angesprochen werden, wenn seine Bevölkerungsdichte einen bestimmten schädlichen Grenzwert überschreitet. Für die Kieferneule *(Panolis flammea* Schiff.) beispielsweise ist als schädlicher Grenzwert der Bevölkerungsdichte im Stangenholz auf mittlerer Bonität ein Belag von ungefähr 200 Altraupen je Stamm, im Altholz ein solcher von etwa 500—800 Stück je Stamm anzusehen. Für andere forstliche Großschädlinge fehlen vorerst noch derartige Zahlen.

Die hier für die Kieferneule genannten Werte beruhen auf Schätzungen, wie sie sich anläßlich der Beobachtungen bei der verflossenen Kieferneulenkalamität in Mittelfranken ergaben. Genauere Unterlagen zur Ermittlung des schädlichen Grenz-

[1]) Näheres bei Zwölfer (11). Von anderer Seite (Janisch, E., Anz. f. Schädlingskunde 7. Jahrg., S. 61, 1931) ist kürzlich der Einwand erhoben worden, daß die praktische Brauchbarkeit der Populationsgleichung beeinträchtigt sei, da in ihr die Nachwirkungen klimatischer Einflüsse auf die Insektenmortalität nicht berücksichtigt werden könnten. Das ist ein Irrtum. Er beruht auf einem völligen Mißverstehen der Gleichung und ihrer Ableitung. Letzteres geht auch aus der weiteren Bemerkung dieses Autors hervor, nach der die Bevölkerungsgleichung lediglich aussage, daß die Zahl der überlebenden Nachkommen gleich der Differenz zwischen gezeugten und absterbenden ist: J. verwechselt hier die Voraussetzung, von der die Formelableitung ausgeht, mit ihrem Inhalt.

wertes der Bevölkerungsdichte eines Insektes ließen sich durch quantitative Bestimmung der für die Entwicklung des Einzeltieres durchschnittlich erforderlichen Gesamtnahrungsmenge und durch Vergleich derselben mit der an einem gegebenen Biotop verfügbaren gewinnen.[1])

Aufgabe einer jeden Bekämpfungsmaßnahme muß es nun sein — gleichviel ob sie mit technischen oder biologischen Mitteln geführt wird —, eine vorhandene Insektenpopulation vor Erreichung ihrer schädlichen Entwicklungsstufe mindestens so weit zu reduzieren, daß der schädliche Grenzwert der Bevölkerungsdichte späterhin nicht überschritten wird. Hierbei sind die bis dahin wirkenden natürlichen Widerstandskomponenten mit zu berücksichtigen.

Die Ermittlung der am Biotop der Art wirkenden natürlichen Widerstandskomponenten darf sich nicht allein, wie das bisher meist zu geschehen pflegte, auf die Feststellung des jeweiligen Parasitenbefalles einer Schädlingspopulation gründen. Für den vorliegenden Fall sind vor allem auch jene Widerstandskomponenten von Bedeutung, wie sie sich durch klimatische Einflüsse, durch lokale Boden- und Bestandsverhältnisse, im landwirtschaftlichen Betrieb durch die üblichen Kulturmaßnahmen usw. ergeben. Die Feststellung der normalen Wirkungsgröße dieser Widerstandskomponenten setzt experimentelle Vorarbeiten im Laboratorium und umfangreiche kausalanalytisch eingestellte Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegungen der wichtigsten Großschädlinge im Biotop selbst voraus.

Für die Berechnung des genannten Mindestwirkungsgrades, der von einer Bekämpfungsmaßnahme gefordert werden muß, wenn in einem speziellen Fall ihre erfolgreiche Anwendung in Frage kommen soll, läßt sich nun aus der oben angedeuteten Bevölkerungsformel ein weiterer Ausdruck ableiten, der alle für ihn wesentlichen Glieder umfaßt:

$$w_x = 100 - \frac{100 \,.\, (m + f) \,.\, P_2}{f \,.\, e \,.\, P_1 \left(1 - \frac{w_1}{100}\right)\left(1 - \frac{w_2}{100}\right)\left(1 - \frac{w_3}{100}\right) \ldots \left(1 - \frac{w_n}{100}\right)} \quad \ldots (1)$$

In dieser Formel ist der Mindestwirkungsgrad (w_x) in Prozenten des jeweils zu vernichtenden Populationsanteiles ausgedrückt, und zwar erscheint er als Funktion der Ausgangspopulationsdichte (P_1) der Art, des schädlichen Grenzwertes ihrer Bevölkerungsdichte (P_2), ihrer absoluten Nachkommenzahl (e), ihres Geschlechterverhältnisses (m:f) und aller jener natürlichen Widerstandskomponenten (w_1, w_2, w_3 ... w_n), die bis zum Eintritt der schädlichen Entwicklungsstufe am Wohnort der betreffenden Art wirken. Die Kenntnis dieses Mindestwirkungsgrades setzt in den Stand im einzelnen Fall anzugeben, ob eine bestimmte Maßnahme für den Kampf überhaupt in Frage kommt oder nicht. Sie kann dergestalt vor Mißerfolgen und nutzlosen Experimenten schützen.

Aus der Tatsache, daß der Mindestwirkungsgrad, der von einer Bekämpfungsmaßnahme gefordert werden muß, von einer ganzen Reihe veränderlicher Größen abhängig ist, geht ohne weiteres hervor, daß er von Fall zu Fall etwas verschieden sein kann. Damit finden die eingangs

[1]) Vgl. Lebedev, A. G., und Savenkov, A. N. (5).

erwähnten widerspruchsvollen Erfahrungen ihre Erklärung, die so häufig mit ein und derselben Kampfmethode bei verschiedenen Gelegenheiten gemacht werden: Eine Änderung der Ausgangspopulationsdichte der Art beispielsweise, oder eine solche einer einzigen natürlichen Widerstandskomponente kann ausreichen, um die einmal erreichte günstige Wirkung einer Bekämpfungsmaßnahme in einem anderen Fall illusorisch zu machen oder doch beträchtlich herabzumindern. Das gelegentliche Versagen braucht demnach durchaus nicht auf einer mangelhaften technischen Durchführung der Methode zu beruhen. Auch berechtigt es nicht, eine Kampfmethode grundsätzlich zu verurteilen.

Notwendig ist vielmehr von vornherein zu wissen, wie groß der prozentuale Anteil einer Population ist, der durch eine bestimmte Kampftaktik ausgemerzt werden kann. Erreicht oder übertrifft dieser Wert den Mindestwirkungsgrad, der als Ergänzung der natürlichen Vernichtungsfaktoren gefordert werden muß, dann läßt sich in einem speziellen Fall die Anwendung der fraglichen Methode als erfolgversprechend empfehlen. Andernfalls muß sie von vornherein abgelehnt werden. Nach diesem Grundsatz verfahren, bedeutet, die Chancen bewußt ausnützen, die die natürlichen Widerstandskomponenten am Biotop der Art für unsere Zwecke bieten.

* * *

Für jene Sonderfälle aber, in denen keine so hochprozentig wirkende Kampfmethode bekannt ist, wie sie dem erforderlichen Mindestwirkungsgrad entspricht, läßt sich an Hand von Überlegungen, die sich aus der Bevölkerungsgleichung ableiten, die Anzahl Wiederholungen berechnen, die eine Kampfmethode erfahren muß, damit sie den „Mindestwirkungsgrad" erreicht, und damit ihren Zweck erfüllt. Ist nämlich der erforderliche Mindestwirkungsgrad w_m, der Wirkungsgrad, der mit einer bestimmten Kampfmethode erzielt werden kann hingegen w_k, dann gilt:

$$\left(\frac{w_m}{100}\right) = \left(\frac{w_k}{100}\right)^x$$

worin x die Anzahl der Wiederholungen angibt, welche die Anwendung der betreffenden Kampfmaßnahme erfahren muß, damit der Mindestwirkungsgrad w_m erreicht wird. Für die Bestimmung dieser Zahl folgt hieraus:

$$x = \frac{\log\left(\frac{w_m}{100}\right)}{\log\left(\frac{w_k}{100}\right)}.$$

Die Kenntnis dieser Relation ist für die Vorausberechnung der Wirtschaftlichkeit einer Kampfmaßnahme unter Umständen von Bedeutung.

* * *

Noch eine weitere Folgerung ergibt sich aus der Diskussion der Bevölkerungsformel: Ist der notwendige Mindestwirkungsgrad einmal festgestellt, so ist es für das Endergebnis völlig belanglos, ob die Kampfmaßnahme, die ihm entspricht im Puppenstadium, im Imaginalleben, im Ei- oder Junglarvenstadium des Schädlings einsetzt. Gefordert muß lediglich werden, daß der Kampf vor Erreichung der schädlichen Entwicklungsstufe des Insektes geführt wird, und daß der durch ihn vernichtete Anteil der jeweiligen Bevölkerung dem errechneten Mindestwirkungsgrad entspricht.

Für die Kiefereule beispielsweise liegt, wie bereits erwähnt, der schädliche Grenzwert der Bevölkerungsdichte im Stangenholz bei einem Belag von rund 200 Altraupen je Stamm. Bei einem Ausgangspuppenbelag von 8 gesunden Puppen je Quadratmeter errechnet sich hierfür unter Berücksichtigung der zuverlässig wirkenden natürlichen Vernichtungsfaktoren[1]) ein Mindestwirkungsgrad von 90%, der zu irgendeinem vor dem schädlichen Altlarvenstadium liegenden Zeitpunkt von der vorhandenen Population vertilgt werden muß, wenn Schaden vermieden werden soll. Gleichgültig ist dabei, ob der Kampf mit technischen oder biologischen Mitteln geführt wird, und ob er sich gegen die Puppe, den Falter, das Ei oder die Junglarve richtet. Stets sind es 90%, die von irgendeinem dieser Stadien ausgemerzt werden müssen, um das Kampfziel zu erreichen.

Bei einem Ausgangspuppenbelag von 4 Stück je Quadratmeter würde demgegenüber zu diesem Zweck schon eine Maßnahme ausreichen, die 80% des jeweiligen Schädlingsbestandes erfaßt, bei einem Puppenbelag von 2—3 Stück endlich eine solche, die nur 70% vernichtet.

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, was sich auch aus der Diskussion der Gleichung (1) ergibt, daß die Ansprüche, die an die Wirksamkeit einer Bekämpfungsmaßnahme gestellt werden müssen, um so größer sind, je höher die jeweilige Ausgangsbevölkerungsdichte des Schädlings ist, d. h. je mehr eine Kalamität sich ihrem Kulminationspunkt nähert.[2]) Umgekehrt kann auch durch eine Kampfmethode mit relativ niedrigem Wirkungsprozent noch die erforderliche Dezimierung des Schädlings erreicht werden, wenn sie in einer Generation einsetzt, die in die Anfänge einer Kalamität fällt.

Ein gutes Beispiel hierfür geben die Ausführungen von Henze (4) über die Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) durch Töten der Falter mit menschlichen Arbeitskräften: durch diese Methode, die mit verhältnismäßig niedrigen Kosten verknüpft ist, können bei konsequenter Durchführung, wie Henze überzeugend nachweist, 80—90% der vorhandenen Falter erfaßt werden. Zu Beginn der Nonnenkalamität, d. h. wenn die Bevölkerungsdichte zwar über den eisernen Bestand hinaus gestiegen, aber noch sehr gering ist, bringt die Anwendung dieser Maßnahme den erwünschten Erfolg. Die günstigen Erfahrungen, die der genannte Autor mit ihr in Schwaben machte, werden durch solche in verschiedenen bayrischen Forstämtern während der letzten beiden Jahre vollauf bestätigt. —

[1]) Im einzelnen vgl. hierzu Zwölfer (11).

[2]) Zu einem ähnlichen Schluß gelangt Martini (6) und Bodenheimer (1). Ersterer von Berechnungen der Bevölkerungsbewegungen bei Stechmücken, letzterer von der Pearlschen Kurve der Bevölkerungszunahme ausgehend.

* * *

In entsprechender Weise wie oben in Gleichung (1) läßt sich auch für jenen Mindestwirkungsgrad eine Gleichung aufstellen, der von einer Bekämpfungsmaßnahme gefordert werden muß, wenn ihre Wirkung über zwei, drei oder noch mehr Generationen anhalten soll. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, bei bekanntem Wirkungsgrad einer bestimmten Kampfmethode festzustellen, über wieviel Generationen hinaus ihre Wirkung voraussichtlich vorhalten wird. Letzteres ist namentlich für solche Schädlinge praktisch von Bedeutung, die mehrere Generationen im Jahre aufweisen. —

* * *

Einer flüchtigen Betrachtung mag eine derartige Diskussion überflüssig scheinen. Es ist ja – so etwa wird man einwenden — stets nur erforderlich, Kampfmaßnahmen anzuwenden, die 99—100prozent. Abtötung erreichen, um jedes Risiko auszuschalten und auf alle Fälle des Erfolges sicher zu sein. Das soll keineswegs bestritten werden. Ganz abgesehen indessen von der Tatsache, daß wir bisher nur in vereinzelten Fällen derartig hochprozentig wirkende Kampfmethoden kennen, ist auch deren Anwendung ihrem Wirkungsgrad entsprechend in der Regel mit hohen Kosten verknüpft. Mit geringeren Abtötungsprozenten arbeitende Maßnahmen sind demgegenüber vielfach mit einfacheren Hilfsmitteln durchführbar und führen, wie Theorie und Erfahrung zeigen, unter bestimmten Voraussetzungen zu demselben Endergebnis. In solchen Fällen aber erfordert das ökonomische Prinzip von zwei Methoden, die zu demselben Ziele führen, stets diejenige zu wählen, die den geringsten Aufwand an Arbeits- und Betriebskosten erfordert. —

Literatur.

1. Bodenheimer, F. S., Theoretical Considerations on the Evaluation of Control Measures. Hadar, Vol. III 1930, S. 3—14.
2. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. I—III. Berlin 1914—1931.
3. Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie. Bd. I, II. Berlin 1930.
4. Henze, Nonnenbekämpfung II. Forstl. Wochenbl. Silva 1931. Jahrg. 19, St. 81 bis 85, 89—95, 100—110.
5. Lebedev, A. G., und Savenkov, A. N., Die Nahrungsnorm des Kiefernspinners *(Dendrolinus pini* L.) im Druck. Erscheint: Zeitschr. f. ang. Ent. 1931.
6. Martini, E., Gedanken und Rechnungen über Vermehrung und Verbreitung von Lebewesen, mit Anwendung auf Stechmückenfragen. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XIV, 1923. S. 726—740.
7. Stellwaag, Fr., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin 1928.
8. Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung. Chemie und Technik der Gegenwart. Bd. VIII. Leipzig 1927.
9. Wardle, R. A. and Buckle, P., The principles of insect control. Manchester 1923.
10. Wardle, A. R., The Problems of Applied Entomology. Manchester 1929.
11. Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule (*Panolis flammea* Schiff.). Zeitschr. f. ang. Ent., Bd. XVII, 1931, S. 475—682.

Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien.

Von

H. Eidmann, Hann. Münden.

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

Die Individuenzahl einer Tierart auf einer bestimmten Einheit ihres Lebensraumes (die Populationsdichte) ist nicht konstant, sondern schwankt erfahrungsgemäß in mehr oder weniger weiten Grenzen. Dies gilt sowohl für wechselwarme als auch für warmblütige Tiere, wenn auch bei letzteren — von wenigen Ausnahmen abgesehen — im allgemeinen die Schwankungen nicht so groß sind und nicht so sinnfällig in Erscheinung zu treten pflegen, als bei ersteren. Schon seit längerer Zeit ist man bemüht, die Ursachen zu ermitteln, die diesen Schwankungen zugrunde liegen, und dies ganz besonders dann, wenn sie mit der menschlichen Wirtschaft irgendwie in Beziehung stehen.

So kann vor allem die Hydrobiologie auf eine lange Periode kausalanalytischer Untersuchungen über den Wechsel in der Populationsdichte planktonischer Lebewesen zurückblicken. Das Studium der Ursachen des Massenwechsels der Insekten ist demgegenüber erst jüngeren Datums, wenigstens wenn man den Zeitpunkt berücksichtigt, an dem die Gradationsforschung aus einem vorwiegend empirischen Stadium in ein solches des Experiments übergetreten ist und damit einen ungeahnten Aufschwung genommen und zu fundamentalen neuen Erkenntnissen geführt hat. Die Epidemiologie der Schadinsekten, deren Studium heute im Vordergrund der angewandten Entomologie steht, hat sich vor allem mit der Untersuchung der Ursachen für den Wechsel der Populationsdichte zu befassen.

Die Populationsdichte wird durch die Wechselwirkung zweier Kräfte bestimmt: Die Zeugungskraft der Organismen auf der einen, der Widerstand der Umwelt auf der anderen Seite. (Siehe hierzu u. a. Zwölfer, 1930.) Während die Zeugungskraft positiv wirkt, indem sie die Individuenzahl vermehrt, wirkt der Widerstand der Umwelt — als solcher wird die Gesamtheit jener Faktoren bezeichnet, welche einen Teil der Nachkommenschaft vor der Erledigung des Fortpflanzungsgeschäftes vernichten — negativ, indem er diese Zahl wieder reduziert. Aus diesem „Spiel der Kräfte“ resultiert die jeweilige Populationsdichte.

Nehmen wir an, der Widerstand der Umwelt sei gleich 0 oder es würden m. a. W. überhaupt keine Nachkommen vernichtet, so würde die Populationsdichte zunehmen, und zwar um so schneller, je größer die Zeugungskraft der betreffenden Species ist, und je schneller ihre Generationen aufeinander folgen. Da bei den Insekten, insbesondere den Schadinsekten, die Zeugungskraft im allgemeinen als sehr hoch zu bezeichnen ist, könnte in diesem Fall — der in der freien Natur niemals vorkommt — die Populationsdichte schon in kurzer Zeit überraschend hohe Werte erreichen. Die mögliche Nachkommenzahl eines Pärchens nach einer bestimmten Zeit, etwa einem Jahr (jährliches Entwicklungspotential) läßt sich demnach leicht errechnen, wenn die Eizahl, das Zahlenverhältnis von Männchen und Weibchen und die Zahl der jährlichen Generationen bekannt ist. Derartige Berechnungen sind wiederholt durchgeführt worden (siehe z. B. Bodenheimer, 1928).

Nehmen wir umgekehrt an, daß durch den Widerstand der Umwelt stets so viele Individuen der Nachkommenschaft vernichtet würden, daß die Ausgangspopulationsdichte gerade erhalten bliebe, daß sich also Zeugungskraft und Umweltswiderstand gerade die Waage hielten, so befände sich die Population im Zustand des Gleichgewichts und würde weder zu- noch abnehmen. Der Widerstand der Umwelt, den man durch den Anteil vernichteter Individuen in Prozenten der Nachkommenschaft ausgedrückt mißt, muß in diesem Falle im allgemeinen sehr hoch sein. Nach Bodenheimer (1930) beträgt er für die als Großschädlinge in Frage kommenden Insekten durchschnittlich 95—99%.

In „normalen Zeiten“ — es sei hier wie auch weiterhin in erster Linie von Schadinsekten die Rede — ist die Populationsdichte so gering, daß die Art nicht besonders auffällig in Erscheinung tritt und der Schaden nicht merkbar wird, auf jeden Fall sich in erträglichen Grenzen hält. Man hat in diesem Falle die Population vielfach den „eisernen Bestand“ genannt, ein Ausdruck, der in der Forstentomologie viel gebraucht wurde und wird. Obwohl nun im allgemeinen Sprachgebrauch mit dem Ausdruck „eiserner Bestand“ wohl stets der Begriff einer konstanten Größe verbunden wird, und obwohl der eiserne Bestand der Schädlinge in obigem Sinne vielleicht auch anfänglich dafür gehalten wurde, ist er dies jedoch keineswegs, ebensowenig wie das „organische Gleichgewicht“ in theoretischem Sinne — worauf erst kürzlich Zwölfer (1930) wieder hingewiesen hat — tatsächlich besteht. Es ist „eine Fiktion, mit der jedoch gearbeitet werden kann“, und dasselbe gilt auch für den eisernen Bestand, d. h. die Population zu Zeiten des „organischen Gleichgewichts“.

Der Normalzustand wäre also der, bei dem sich die Populationsdichte unterhalb einer gewissen Grenze hält, die eine Gefahrenzone bezeichnet. Eine Vermehrung der Species darüber hinaus kann zu einer Kalamität führen. Eine solche Grenze scharf zu ziehen ist kaum möglich, sie ist von verschiedenen Faktoren abhängig, vor allem von der Populationsdichte

der Wirtspflanze des betreffenden Schädlings; außerdem ist sie natürlich auch bei den einzelnen Arten verschieden, doch ist auch sie eine Größe, mit der sich arbeiten läßt. Daß unterhalb dieser Grenze beträchtliche Schwankungen der Populationsdichte möglich sind, ist klar. Ob z. B. in einem Kiefernbestand der Puppenbelag des Kiefernspanners pro Quadratmeter 0,01 oder 0,5 beträgt, ist für den Wald und sein Gedeihen — selbst bei geringer Bestockung — ziemlich gleichgültig, obwohl im letzteren Falle die Populationsdichte 50 mal größer ist als im ersten Falle. Daß solche erheblichen Schwankungen tatsächlich zu „normalen Zeiten" vorkommen können, ist nach den Puppenzählungen in verschiedenen preußischen Oberförstereien durchaus wahrscheinlich. Leider existieren noch viel zu wenig genaue Angaben über die Populationsdichte in den Zeiten zwischen den Kalamitäten. Ihre Kenntnis wird zweifellos wichtige Aufschlüsse vermitteln können und vielleicht bestimmte Bewegungen erkennen lassen, wie sie für den Verlauf der Kalamitäten selbst vielfach bereits bekannt und charakteristisch sind. Diese Überlegung mag zeigen, wie wenig wir unter dem Begriff des eisernen Bestandes eine konstante Größe verstehen dürfen.

Insektenepidemien entstehen durch eine zeitlich begrenzte erhebliche Zunahme der Populationsdichte über die oben definierte Grenze hinaus. Eine solche Zunahme kann bedingt sein entweder durch eine zeitweilige Zunahme der Zeugungskraft oder eine Abnahme des Widerstandes der Umwelt, oder durch beides zusammen. Obwohl nun Änderungen der Zeugungskraft, teilweise sogar in erheblichem Ausmaße, vorkommen (Beispiele hierfür siehe bei Zwölfer, 1930 S. 726 u. 730), spielen sie doch, wie Zwölfer auf Grund theoretischer Überlegungen gezeigt hat, nicht die Rolle, die man ihnen zuzuschreiben geneigt ist. Vielmehr sind „Schwankungen der Durchschnittsnachkommenzahl eines Weibchens gegenüber solchen des Widerstandes der Umwelt epidemiologisch von untergeordneter Bedeutung". Das gilt wenigstens für eine Durchschnittsnachkommenzahl von 20 je Weibchen aufwärts und einem Geschlechterverhältnis von 1 : 1, wie es bei vielen Insekten, insbesondere den schädlichen Arten der Fall ist.

Somit bleibt als wichtigste Ursache für die Zunahme der Populationsdichte und die Entstehung einer Epidemie eine Verringerung des Umweltwiderstandes. Dieser setzt sich in seiner Gesamtheit (Gesamtwiderstand) aus einer großen Zahl von Einzelkomponenten zusammen, wobei der Gesamtwiderstand, nicht die Summe, sondern im wesentlichen das Produkt der Einzelwiderstände darstellt, worauf auch Martini kürzlich hingewiesen hat. (Vortrag auf der VIII. Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie in Rostock, 24.—28. August 1930.) Unter den Einzelwiderständen lassen sich nach Zwölfer (1930) solche von primärer und solche von sekundärer epidemiologischer Bedeutung unterscheiden. Erstere besitzen als „unabhängig veränderliche" Kompo-

nenten größeren Einfluß auf Änderungen der Populationsdichte als letztere. Zu ihnen gehört vor allem das Klima und als wichtigste Faktoren desselben die Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Welch großen Einfluß diese beiden Faktoren auf die Vermehrung der Insekten ausüben, ist von den älteren Autoren (Ratzeburg, 1860; u. a.) bereits erkannt, aber erst im letzten Jahrzehnt ihre überragende Bedeutung für die Epidemiologie der Insekten richtig gewürdigt worden. Das Studium des Einflusses der genannten Faktoren und ihrer verschiedenen Kombinationen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und Lebensdauer der Schadinsekten mit Hilfe exakter experimenteller Methoden sowie ihre mathematische Formulierung bildet einen Hauptgegenstand der zahlreichen epidemiologischen Arbeiten aus der letzten Zeit. Es hat sich dabei gezeigt, daß gegenüber der durch das Klima bedingten Mortalität in den weitaus meisten Fällen die übrigen Einzelkomponenten des Umweltwiderstandes, wie Parasiten, Feinde, Krankheiten, Nahrungsmangel, usw. weit in den Hintergrund treten und vielfach erst dann eine bedeutendere Rolle spielen, wenn die Populationsdichte bereits den Grad einer Epidemie erreicht hat. Die eingangs erwähnte große Vernichtungsziffer, die notwendig ist, um die Population im „organischen Gleichgewicht" zu halten, ist demnach zum größten Teil den Klimabedingungen zuzuschreiben. Dabei können ganz unbeträchtlich erscheinende klimatische Unterschiede oft eine wichtige, ja entscheidende Rolle spielen.

Die genaue Kenntnis des Einflusses der klimatischen Faktoren auf die einzelnen Entwicklungsstadien eines in seiner Lebensgeschichte genau bekannten Schadinsekts (Aufstellung vollständiger Mortalitätsdiagramme) würde uns demnach in den Stand setzen, eine Epidemie vorauszusagen, vorausgesetzt, daß wir die Klimadaten für die betreffende Gegend im voraus kennen, Bodenheimer (1928) hat dies bereits klar ausgesprochen: „Die Kenntnis vollständiger Diagramme für ökonomisch wichtige Insekten würde die genaue Voraussage von Massenvermehrungen der betreffenden Schädlinge gestatten usw.", allerdings ohne die oben gemachte Einschränkung. Da nun der Gang des Klimas wenigstens in weiten Gebieten der gemäßigten Zonen — und gerade in den für uns besonders wichtigen — Schwankungen unterworfen ist, die sich nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse einer längeren Voraussage entziehen, da aber andererseits wie erwähnt, geringfügige Unterschiede häufig ausschlaggebend sind, stellen sich einer solchen Voraussage — die zweifellos in jeder Beziehung von eminenter praktischer Bedeutung wäre, — große Schwierigkeiten entgegen. Zwölfer (1930) hat auf diese Schwierigkeiten gleichfalls hingewiesen, glaubt aber, daß es nach dem heutigen Stand der Forschung nicht unmöglich wäre, die Werte der Hauptwiderstandskomponenten mit einem gewissen Grad von Zuverlässigkeit vorauszuschätzen und damit zu einer praktisch brauchbaren Prognosestellung zu gelangen. Wenn man davon ausgeht, daß zu den Hauptkomponenten des Umweltwiderstandes die

klimatischen Verhältnisse gehören, und wenn man bedenkt, daß geringfügige Unterschiede hierbei schon eine große Rolle spielen können, wenn man ferner in Betracht zieht, daß gleichsinnige Klimaabweichungen auf die verschiedenen Entwicklungsstadien oft eine entgegengesetzte Wirkung haben können, daß also mit Durchschnittsdaten über längere Perioden meist nicht viel anzufangen ist, eine Vorausschätzung detaillierter Klimaschwankungen praktisch aber unmöglich ist, so wird man leider diese Hoffnung nicht ohne weiteres teilen können. Versucht man vollends an einem praktischen Beispiel — etwa einem unserer forstlichen Großschmetterlinge — eine solche Prognose durchzuführen, so wird man schon nach kurzer Zeit eine solche Menge von Fehlerquellen vor sich sehen, daß man den Boden unter den Füßen verliert und den Versuch resigniert aufgibt. Das hohe und erstrebenswerte Ziel einer einigermaßen zuverlässigen Vorausbestimmung einer Epidemie über mehrere Generationen des Schädlings hinaus scheint damit auf diesem Wege — wenigstens für unsere Klimaverhältnisse — noch in weite Ferne gerückt. Das Problem wird weiter kompliziert, wenn man bedenkt, daß die übrigen Widerstandskomponenten schließlich auch nicht ganz belanglos sind oder zum mindesten sein können, und daß auch der andere Hauptfaktor, der eine Änderung der Populationsdichte herbeiführen kann, nämlich die Zeugungskraft und das Geschlechterverhältnis, offenbar Änderungen unterworfen sein kann, die weit größer sind, als man gewöhnlich annimmt und über deren Ursachen wir noch sehr wenig wissen.

Nun gibt es aber noch einen anderen Weg, auf dem wenigstens der Versuch zu einer Prognosestellung der Insektenepidemien gewagt werden kann. Es handelt sich um die in letzter Zeit — vielleicht zu Unrecht — auf unserem Gebiete etwas vernachlässigte historisch-statistische Methode, die als empirische Methode von der oben geschilderten prinzipiell verschieden ist. Auf ihr basieren die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung. Auf welche Weise dabei das Ziel einer Voraussage der Epidemien erstrebt wurde, mag aus der Problemstellung hervorgehen, die sich in folgende drei Punkte zusammenfassen läßt:

1. Lassen sich aus dem historisch bekannten Verlauf der Schädlingsepidemien in Deutschland (von 1800—1925) deutlich Zeiten mit starker und solche mit geringer resp. fehlender Massenvermehrung ermitteln?
2. Sind die Zeiten starker Massenvermehrung regellos über die beobachtete Zeitspanne verteilt oder zeigen sie eine regelmäßige Periodizität?
3. Läßt sich eine etwa zu findende regelmäßige Periodizität mit bekannten klimatischen Perioden größeren Stiles oder irgendwelchen anderen Ursachen in Einklang bringen?

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß dann, wenn sich sämtliche drei Punkte in positivem Sinne beantworten ließen, eine Voraussage von

Schädlingsperioden über einen längeren Zeitraum möglich wäre. Friederichs (1930, Bd. I, S. 204) gibt eine erschöpfende, zusammenfassende Darstellung der in dieser Hinsicht bereits vorliegenden Untersuchungen. Es geht daraus hervor, daß in erster Linie über Massenvermehrungen bei Wirbeltieren und die vielfach durch sie bedingten Wanderungen im obigen Sinne gearbeitet worden ist (Lemming, kanadischer Hase, Wanderungen des Steppenhuhns, Tannenhähers usw.). Über den Rhythmus im Massenwechsel von Insekten ist dagegen noch sehr wenig bekannt. Über die hierher gehörigen Untersuchungen soll später im Anschluß an meine Ergebnisse berichtet werden. Friederichs hält derartige Untersuchungen für aussichtsreich und die Erforschung der Periodizität des Massenwechsels der Schädlinge für ein Erfordernis, denn „wie ein Feldherr einen Angriff des Feindes sehr viel leichter abwehren kann, wenn ihm der Zeitpunkt desselben durch Verrat vorher bekannt geworden ist, so könnten wir auch unsere Verteidigung gegen die Schädlinge oft viel wirksamer machen, wenn wir jedes Maximum ihres Auftretens vorher wüßten".

Bei meiner Untersuchung ließ ich folgende Gesichtspunkte obwalten: Zunächst wurde dieselbe nur auf die mir am besten bekannten forstlichen Schädlinge ausgedehnt, die einzigen, über deren Massenauftreten weiter zurückreichende Angaben für Deutschland vorliegen. Epidemien außerhalb Deutschlands wurden nur in einem Falle (*P. piniperda*) berücksichtigt. Um eine möglichst einheitliche Gruppe von Schädlingen zu erhalten, die sich biologisch ähneln und die den Umweltfaktoren wenigstens ungefähr gleiche Angriffspunkte bieten, wurden nur primäre Großschädlinge an Nadelholz berücksichtigt, nämlich folgende Arten: *Lymantria monacha* L. (Lep. Lymantriidae), *Dendrolimus pini* L. (Lep. Lasiocampidae), *Panolis piniperda* Panz. (Lep. Noctuidae), *Bupalus piniarius* L. (Lep. Geometridae) und *Lophyrus pini* L. (Hym. Tenthredinidae). Es handelt sich somit ausschließlich um Arten, die als freilebende Larven durch Aufnahme lebender Blattsubstanz schädlich werden, und zwar mit Ausnahme von *Lophyrus pini* L. um Großschmetterlinge. Das allein schädliche Larvenstadium von *Lophyrus pini* L. zeigt aber biologisch so viele Übereinstimmungen mit den Schmetterlingsraupen, daß es gerechtfertigt schien, diese Species hier mit zu berücksichtigen. Es ist weiterhin anzunehmen, daß bei allen untersuchten Arten voraussichtlich als Hauptwiderstandskomponente der Umwelt resp. als wichtigster Regulator der Populationsdichte der Klimafaktor anzusehen ist. Bei den bisher experimentell daraufhin geprüften Arten der obigen Liste (*P. piniperda* Pz. und *B. piniarius* L.) kann dies als sicher gelten. Es schien daher nicht ausgeschlossen, daß die Massenbewegung der zu untersuchenden Arten eine gewisse zeitliche Übereinstimmung zeigen würde und daß diese, wenn überhaupt, noch am ehesten mit klimatischen Perioden in Einklang gebracht werden könnte. Es war daher auch von vornherein angezeigt,

Arten auszuschließen, bei denen offensichtlich andere Umweltsfaktoren ausschlaggebend sind, wie etwa die Borkenkäfer, bei denen — in unseren Kulturwäldern wenigstens — die Nahrungskomponente (Vorhandensein geeigneten Brutmaterials) die Hauptrolle zu spielen scheint. Endlich aber gehört zu den untersuchten Arten ein großer Teil unserer wichtigsten und gefährlichsten Forstschädlinge, deren Massenbewegung vorausschauend zu erkennen, von ungeheurer praktischer Bedeutung wäre. Berücksichtigt wurde die Zeitspanne von 1800—1925, also insgesamt 125 Jahre. Die aus der Zeit vor dem Jahre 1800 datierenden Angaben sind zu unsicher und zu spärlich, um als Grundlage dienen zu können, was allerdings zum Teil auch für das 1. Viertel des vorigen Jahrhunderts zutreffen dürfte.

Die wichtigsten Quellen, denen ich Angaben über Epidemien der genannten Schädlinge entnehmen konnte, sind folgende: Als ergiebigster Quellennachweis aus der letzten Zeit muß ohne Zweifel die Zusammenstellung über „Die in Deutschlands Waldungen aufgetretenen schädlichen Insekten, ein Literaturnachweis für die Jahre 1449—1926", von Ritter (1929) gelten. Weitere Angaben finden sich bei Berwig (1926) über das Auftreten der Forleule in Bayern, bei Sachtleben (1929) über die Epidemien desselben Schädlings in dem übrigen Gebiet des Deutschen Reiches, sowie dem außerdeutschen Europa, bei Schwerdtfeger (in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit) über die Geschichte der Spannerkalamitäten in der Letzlinger Heide, u. a. Ferner besitzt das Institut für angewandte Zoologie der Bayrischen Forstlichen Versuchsanstalt in München eine übersichtliche graphische Darstellung über die wichtigsten Forstschädlingskatastrophen in Bayern in den Jahren 1800—1900, deren Einsichtnahme und Verwendung mir von Herrn Geh. Rat Escherich gütigst gestattet wurde. Eine ähnliche Darstellung der großen Insektenschäden deutscher Laub- und Nadelholzwälder aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule in Eberswalde verdanke ich Herrn Geh. Rat Eckstein, dem ich auch an dieser Stelle ebenso wie Herrn Geh. Rat Escherich hierfür nochmals herzlichst danken möchte.

Ich hatte ursprünglich die Absicht, meine Zusammenstellung über die Epidemien der genannten Schädlinge auf die Größe der jeweiligen Befallsgebiete aufzubauen, mit andern Worten für jedes Jahr festzustellen, wie groß das Schadgebiet für den betreffenden Schädling im gesamten Gebiet des Deutschen Reiches war. Die tatsächlichen Verhältnisse wären dadurch zweifellos am genauesten erfaßt, und für den gedachten Zweck durchaus einwandfrei zur Darstellung gebracht worden. Dieses Vorhaben erwies sich schon sehr bald als völlig undurchführbar. Die frühere Literatur bis zur Jahrhundertwende beschränkt sich fast durchweg auf die Angabe, daß der Schädling in der oder jener Oberförsterei (Kreis, Provinz) schädigend aufgetreten sei; Flächenangaben fehlen fast immer.

Es mußte daher ein Verfahren in Anwendung kommen, das zwar keineswegs als einwandfrei gelten kann, das aber, wie ich glaube, die

verfügbaren Angaben noch am besten erfaßt. Dasselbe nimmt die Verbreitung der Kalamitäten zur Grundlage. Als Verbreitungseinheit wurden für Preußen die Provinzen, im übrigen die einzelnen Bundesstaaten genommen. Es ist ohne weiteres klar, daß hiergegen schwerwiegende Bedenken geltend gemacht werden können, vor allem die, daß die Verbreitungseinheiten dann ja bezüglich ihrer Größe wesentlich voneinander abweichen, und daß dabei der Größe der Nadelholzbestände, die in unserem Fall eigentlich die Grundlage bilden müßten, in keiner Weise Rechnung getragen wird. Diese Bedenken bestehen durchaus zu Recht, doch mußten die aus dem angegebenen Verfahren resultierenden Fehler in Kauf genommen werden, da die Literaturangaben es nicht ermöglichten, die Epidemien auf gleich große Einheiten der Nadelholzfläche des Reichsgebietes zu verteilen. Eine genaue Durcharbeitung der forstlichen Akten der einzelnen Staaten würde es vielleicht einmal ermöglichen, dieses Ziel zu erreichen, vielleicht sogar eine ausreichende Ermittlung der Befallsfläche gestatten.

Die Darstellung der Epidemien wurde zunächst für jeden Schädling getrennt durchgeführt (Abb. 1). Es wurde dabei so vorgegangen, daß katastrophales oder doch merkbar schädigendes Auftreten des betreffenden Schädlings in einer der oben angegebenen Verbreitungseinheiten für das betreffende Jahr als ein Punkt gerechnet wurde. In der graphischen Darstellung wurden auf der Ordinate die Verbreitungseinheiten, auf der Abszisse die Jahre aufgezeichnet. Die auf diese Weise entstandenen schwarzen Kolumnen zeigen durch ihre Höhe somit an, in wieviel Provinzen resp. Staaten Kalamitäten in dem betreffenden Jahre vorgekommen sind.

Überblickt man die auf diese Weise erhaltene Darstellung, so glaubt man auf den ersten Blick, ein ziemlich regellos über die ganze Zeit verteiltes Durcheinander vor sich zu haben. Bei genauerem Zusehen lassen sich aber doch bereits deutliche Übereinstimmungen feststellen, so z. B. gleich am Anfang des vorigen Jahrhunderts für Spinner, Nonne und Eule, kurz darauf (1813—1820) für Nonne, Eule, Spanner und Blattwespe usw. Sehr viel deutlicher wird dieser Eindruck dann, wenn man für sämtliche untersuchten Schädlinge eine gemeinsame Darstellung macht, wenn man also die auf Abb. 1 getrennt dargestellten Kolumnen aufeinander setzt, wie es auf Abb. 2 durchgeführt wurde. Das Fehlen einer schwarzen Säule besagt hier demnach, daß im ganzen Reichsgebiet in dem betreffenden Jahre von keinem der untersuchten Schädlinge eine Kalamität zu verzeichnen war. Umgekehrt zeigt eine sehr hohe Säule, daß von möglichst vielen Schädlingen in zahlreichen Verbreitungseinheiten Kalamitäten gemeldet sind.

Diese Darstellung ist für unsere Problemstellung von der größten Wichtigkeit, und zahlreiche interessante Daten lassen sich von ihr ablesen. Zunächst fällt sofort in die Augen, daß die Kalamitäten zu Ende

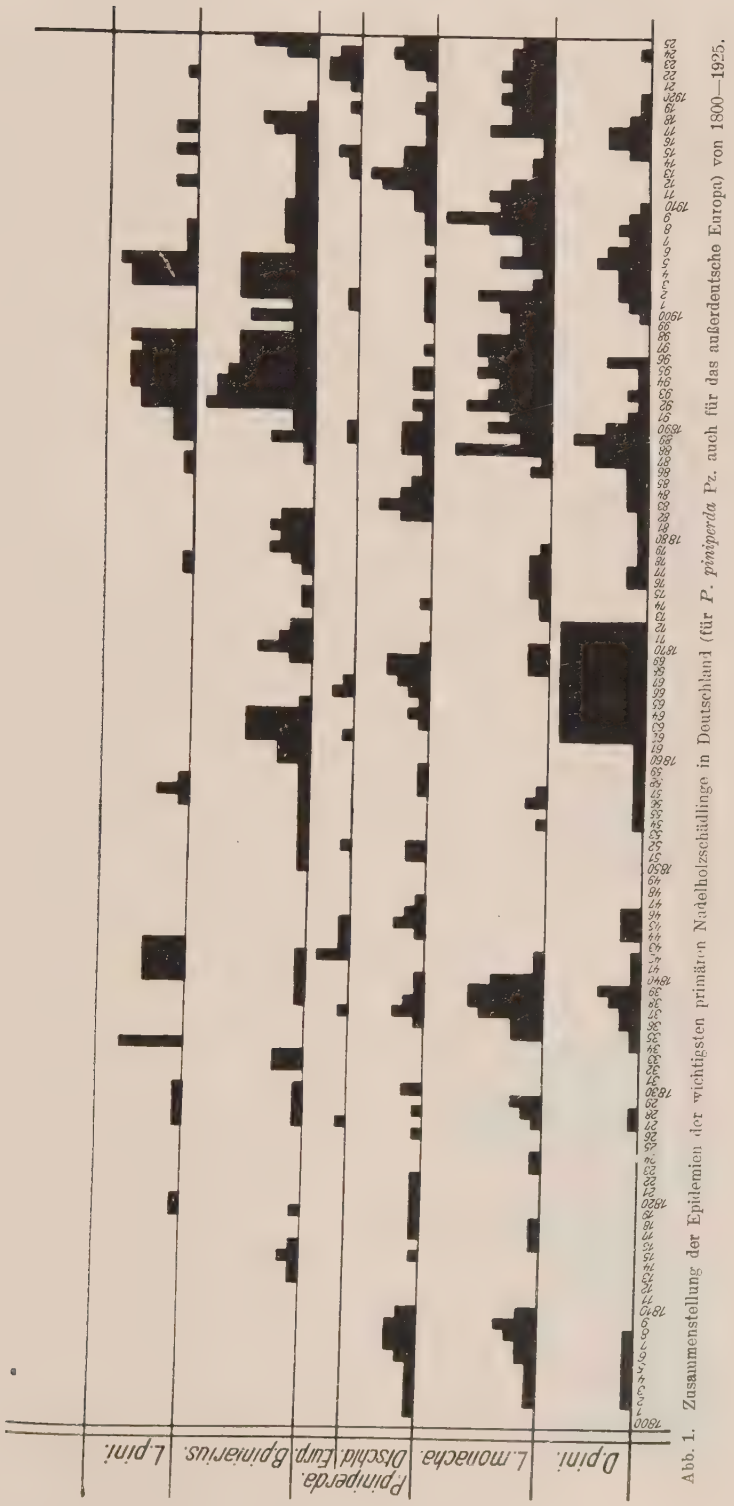


Abb. 1. Zusammenstellung der Epidemien der wichtigsten primären Nadelholzschädlinge in Deutschland (für *P. piniperda* Pz. auch für das außerdeutsche Europa) von 1800—1925.

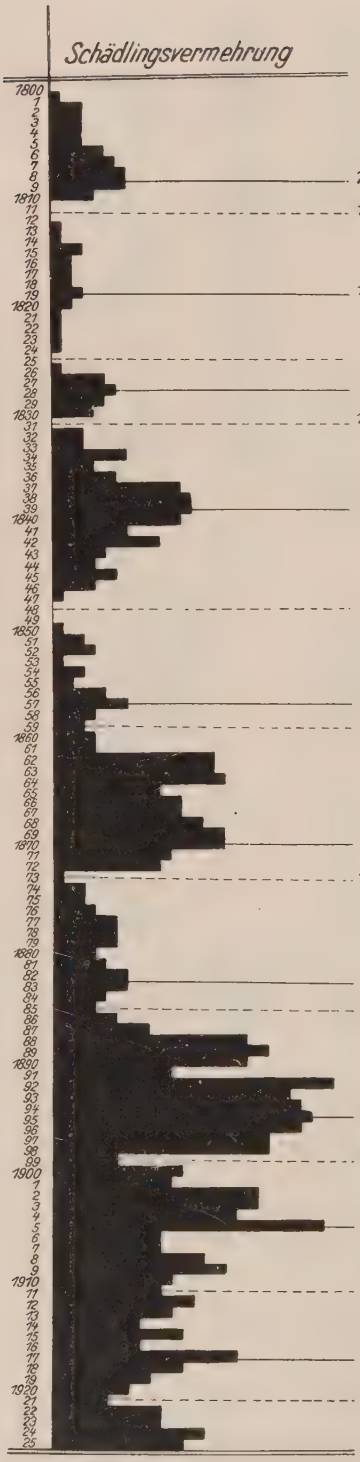


Abb. 2. Zusammenfassung sämtlicher Epidemien, die auf Abb. 1 getrennt dargestellt sind zu einer gemeinsamen Kurve. Die Maxima der Epidemienzahl sind durch ausgezogene, die Minima durch gestrichelte Linien gekennzeichnet.

der Beobachtungszeit offenbar viel häufiger waren als zu Beginn. Hierfür können verschiedene Ursachen geltend gemacht werden. Zunächst ist es möglich und wahrscheinlich, daß diese Zunahme nur eine scheinbare ist, bedingt durch die bessere Berichterstattung der letzten Jahrzehnte, insbesondere seit etwa 1860. Zweifellos kann dieser Faktor eine Rolle spielen und eine Zunahme vortäuschen, die in Wirklichkeit gar nicht vorhanden ist, sicherlich aber nicht in dem Maße, wie es auf der graphischen Darstellung zum Ausdruck kommt. Denn gerade die aktenmäßige Aufzeichnung dürfte in keinem Wirtschaftsgebiet eine solche Vollständigkeit schon seit dem Ende des 18. Jahrhunderts erreicht haben, wie die deutsche Forstwirtschaft, wenn auch sichre die früheren und frühesten Aufzeichnungen nicht so leicht zugänglich sind. Setzen wir also ruhig einen Teil dieser Zunahme auf das Konto der mangelhafteren Berichterstattung der früheren Zeit, resp. auf das Übersehen älterer Angaben, so bleibt doch noch die zweifellos bestehende tatsächliche Zunahme der Kalamitäten gegen Ende des vorigen Jahrhunderts bis heute zu erklären. Hierfür lassen sich zwei Ursachen geltend machen. Auf die erste ist besonders von Escherich wiederholt hingewiesen worden, nämlich die Intensivierung der Produktion und die dadurch bedingte Schaffung ausgedehnter Monokulturen, in unserem Falle das Herausarbeiten großer, gleichaltriger, reiner Bestände, wie sie

aus Rentabilitätsgründen etwa seit Beginn des vorigen Jahrhunderts von der deutschen Forstwirtschaft geschaffen wurden. Warum hierdurch eine Begünstigung der Schädlingsepidemien eintritt, ist in der Literatur so oft und eingehend begründet worden, daß ich mich mit diesem Hinweis begnügen kann.

Die zweite Ursache, die seither meines Wissens noch keine Beachtung gefunden hat, dürfte folgende sein: Die Waldfläche war zu Beginn des vorigen Jahrhunderts zwar ungefähr ebenso groß wie heute, aber viel weniger dicht bestockt. Der Vollbestandsfaktor dürfte stellenweise sogar so gering gewesen sein, daß man von Wald nur noch mit Vorbehalt sprechen konnte. Außerdem besaßen die Gemeinden in einem für heutige Begriffe kaum vorstellbaren Maße Huterechte, sowie das Recht der Streuentnahme. Da nun — mit Ausnahme der Nonne — sämtliche untersuchten Schädlinge Ruhestadien besitzen, die in der Bodenstreu überwintern, war gerade hierdurch ihrer Massenvermehrung ein starker Riegel vorgeschoben, wenn auch die klimatischen Vorbedingungen zu einer solchen vorliegen mochten. Für Schweineeintrieb ist dies erwiesen, für Großvieheintrieb sehr wahrscheinlich, da die ständige starke Belastung der Streudecke durch die Tritte von Großvieh mechanisch zerstörend auf die in der Streu ruhenden Schädlingsstadien einwirken muß. Daß durch die Streuentnahme die hier in Frage kommenden Streubewohner mit entfernt und vernichtet werden, ist ebenfalls bekannt und einleuchtend. All diese Faktoren, die als Widerstandskomponenten der Umwelt damals zweifellos eine nicht zu unterschätzende Rolle gespielt haben dürften, sind heute stark eingeschränkt oder fehlen gänzlich, so daß eine Zunahme der Epidemien daraus resultieren mußte.

Endlich kommt noch ein weiterer Faktor hinzu, der hier von Bedeutung sein dürfte. Weite Gebiete nämlich, die heute mit Nadelholz bestockt sind, waren damals noch Laubholzbestände, so daß die Vermehrungsgebiete der hier untersuchten Koniferenschädlinge überhaupt geringer waren als heute.

Nur ein Schädling, der Kiefernspinnner, zeigt in neuerer Zeit keine Zunahme, sondern sogar eine deutliche Abnahme, wie ein Blick auf Abb. 1, unterste Reihe, sofort zeigt, wodurch ein gewisser, allerdings geringer Ausgleich geschaffen wird. Die Ursache für das Zurückgehen dieses Schädlings beruht auf einer durch den Menschen bedingten Widerstandskomponente, nämlich die Bekämpfung durch den Leimring, die seit 1865[1]) angewendet wird und ein Radikalmittel darstellt, das bei rechtzeitiger Anwendung jede Spinnerkalamität im Keim zu ersticken vermag.

Wenn wir nunmehr die Frage untersuchen, ob sich Zeiten mit starker resp. mit schwacher oder fehlender Massenvermehrung der untersuchten

[1]) Der Leimring wurde zuerst (als Teerring) gegen den Kiefernspinner im Jahre 1865 von dem preußischen Staatsoberförster Lange in Zehdenick (Schorfheide) mit Erfolg zur Anwendung gebracht.

Schädlinge feststellen lassen, so ist dieselbe unbedingt zu bejahen. Abb. 2 zeigt deutlich, daß es Zeiten gibt, in denen überhaupt keine oder nur eine geringe Zahl von Kalamitäten auftrat und zwischen diesen liegen Zeiten starker Vermehrung, die in der Regel eine ein oder wenige Jahre währende Kulmination der Epidemienzahl aufweisen. Es lassen sich also ganz deutlich „Schädlingsperioden" feststellen, d. h. Zeiten, in denen ein großer Teil oder sämtliche der untersuchten Arten Massenvermehrungen durchgemacht haben. Diese zeitliche Übereinstimmung läßt bereits jetzt den Gedanken an gemeinsame Ursachen für diese Massenvermehrungen als sehr naheliegend erscheinen.

Weiter ist zu erwähnen, daß die Ruhepausen zwischen zwei Schädlingsperioden durchweg überraschend kurz sind, nämlich nur ein oder zwei Jahre, dann setzt — vielfach langsam ansteigend — eine neue Schädlingsperiode ein.

Wie lange dauern nun diese Schädlingsperioden? Stimmen dieselben hinsichtlich ihrer zeitlichen Ausdehnung bis zu einem gewissen Grade überein, oder läßt sich darüber keine Regel aufstellen?

Über diese Frage gibt am besten die folgende Tabelle, Auskunft die den Abstand der Maxima und Minima der Epidemien angibt. Der größte Abstand der Minima beträgt 17, der kleinste 6 Jahre, für die Maxima (Kulminationspunkte) betragen die entsprechenden Zahlen 18 resp.

Tabelle 1.

Zeitdauer der Schädlingsperioden.

Minima	Abstand	Maxima	Abstand
1800		1809	
	12		10
1812		1819	
	13		9
1825		1828	
	6		11
1831		1839	
	17		18
1848		1857	
	11		13
1859		1870	
	14		13
1873		1883	
	12		12
1885		1895	
	14		10
1899		1905	
	12		12
1911		1917	
	10		11
1921		1928	

größter Abstand der Minima: 17 (1831/48)
kleinster Abstand der Minima: 6 (1825/31)
durchschnittlicher Abstand der Minima: 12,1 Jahre

größter Abstand der Maxima: 18 (1839/57)
kleinster Abstand der Maxima: 9 (1819/28)
durchschnittlicher Abstand der Maxima: 11,9 Jahre

durchschnittlicher Abstand der Maxima von den darauffolgenden Minima: 4,2 Jahre.
durchschnittlicher Abstand der Minima von den darauffolgenden Maxima: 7,9 Jahre.

9 Jahre. In beiden Fällen liegen diese Extreme in der ersten Hälfte der untersuchten Zeitspanne, also vor 1860. Nach diesem Jahre schwanken die Perioden für Maxima und Minima nur zwischen 10 und 14 Jahren. Es liegt daher der Gedanke nahe, daß die größeren Schwankungen vor 1860 vielleicht auf die Unsicherheit resp. Unvollständigkeit der früheren Angaben zurückzuführen sind. Berechnet man die Durchschnittswerte für die Abstände der Maxima und Minima, so erhält man 11,9 resp. 12,1 Jahre, d. h. mit anderen Worten, eine Schädlingsperiode dauert durchschnittlich 12 Jahre.

Die Maxima der Epidemien liegen nun, wie aus Abb. 2 deutlich hervorgeht, in der Regel nicht in der Mitte zwischen zwei Minima, sondern jeweils zu dem darauf folgenden Minimum verschoben, d. h. ein Maximum zeigt vom vorhergehenden Minimum aus einen langsamen Anstieg, um dann durch einen Steilabfall zu dem nächsten Minimum abzufallen. Zahlenmäßig läßt sich dies leicht nachweisen, indem man aus den in Tabelle 1 niedergelegten Zahlen für die Dauer der Schädlingsperioden die Durchschnittswerte für die Lage der Maxima zu den benachbarten Minima berechnet. Derselbe beträgt für den Abstand der Maxima von den vorhergehenden Minima 7,9 Jahre, für den Abstand der Maxima von den darauffolgenden Minima 4,2 Jahre, d. h. das Maximum einer Schädlingsperiode liegt fast genau auf der Grenze zwischen zweitem und letztem Drittel dieser Periode. Eine ähnliche, vielleicht noch steiler abfallende Kurve entsteht bekanntlich, wenn man den Verlauf einer Einzelkalamität graphisch zur Darstellung bringt.

Die Maxima sind nun nicht alle gleich hoch, sondern kleinere (1819, 1828, 1857, 1883, 1905, 1917) wechseln mit größeren ab. Die größeren können — unter Berücksichtigung der Unvollständigkeit der früheren Angaben, und der dadurch bedingten Abnahme der Höhe der Maxima überhaupt — auf folgende Jahre festgelegt werden; 1809, 1839, 1870, 1895. Dazu kann man, über die graphische Darstellung nach rechts hinausgehend, noch die Schädlingsjahre 1928/30 rechnen, die besonders durch den großen Spannerfraß in der Letzlinger Heide und den Eulenfraß in Bayern charakterisiert sind. Die Zwischenräume zwischen diesen Hauptmaxima, wie ich sie einmal nennen will, betragen demnach 30, 31, 25 und 34 Jahre oder im Durchschnitt 30 Jahre.

Zusammenfassend läßt sich somit sagen: Aus dem historisch bekannten Verlauf der Epidemien der wichtigsten primären Nadelholzschädlinge in Deutschland lassen sich deutlich Zeiten mit starker Massenvermehrung feststellen, die mit solchen geringer oder fehlender Massenvermehrung abwechseln. Diese „Schädlingsperioden" haben eine durchschnittliche Länge von 12 Jahren, wobei die Einzelwerte von diesem Mittel — wenigstens soweit sichere Angaben vorliegen — nur geringe Differenzen zeigen. Unter den Maxima der Epidemien zeigen einige besonders hohe

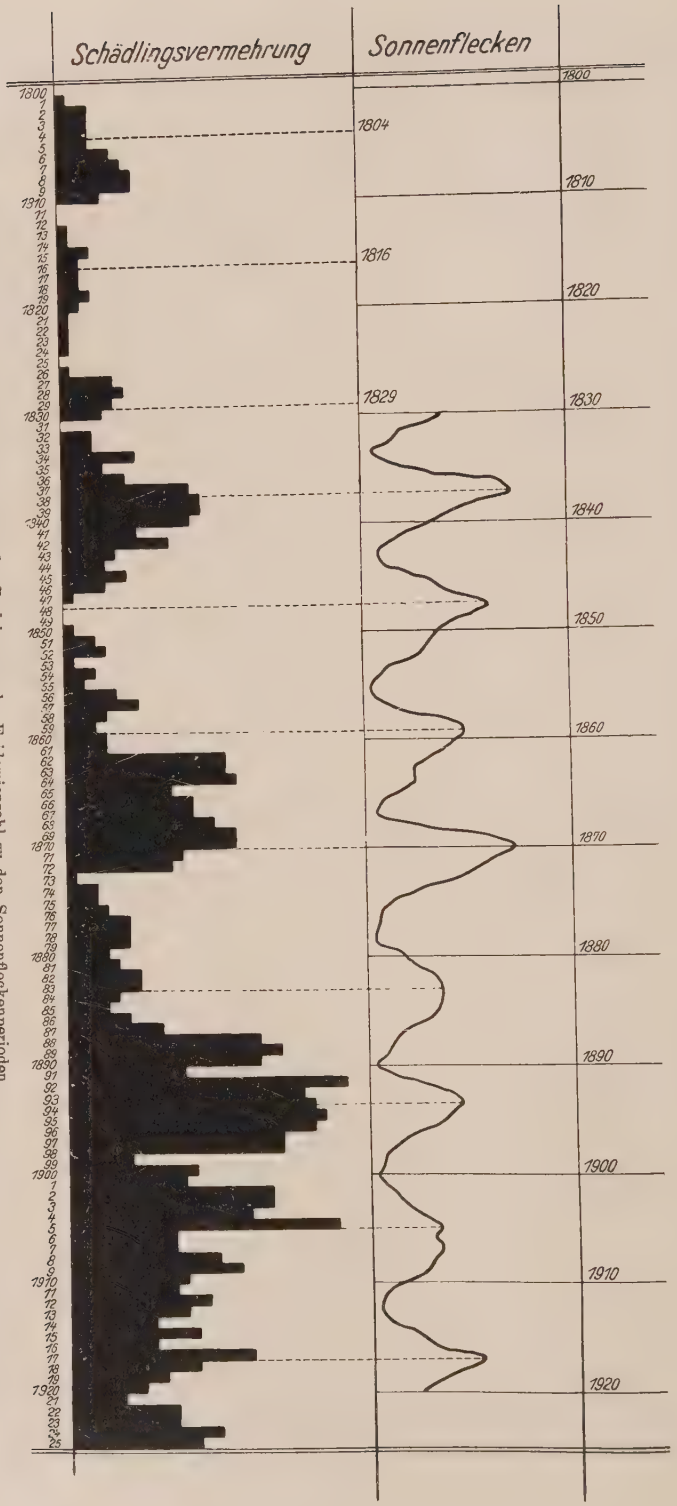


Abb. 3. Graphische Darstellung der Beziehungen der Epidemienzahl zu den Sonnenfleckenperioden. Die Sonnenfleckenmaxima sind durch gestrichelte Linien auf die darunterliegende Epidemienkurve projiziert.

Werte (Hauptmaxima); ihr Abstand beträgt im Durchschnitt 30 Jahre.

Es fragt sich nun, ob sich diese Periodizitäten mit bekannten Klimaperioden in Einklang bringen lassen. Die Zahlen 12 und 30 für die Länge dieser Schädlingsperioden erinnern sofort an die beiden bekanntesten Klimaperioden, nämlich die elfjährige Periode der Sonnenfleckenhäufigkeit, und die Brücknersche 35jährige Periode. Betrachten wir zunächst erstere genauer.

Bekanntlich ist die Zahl und Größe der Sonnenflecken großen periodischen Schwankungen unterworfen. Der deutsche Apotheker Schwabe in Dessau, dem wir die ersten genauen Angaben über diese Periodizität verdanken, gab die Dauer der Sonnenfleckenperioden auf 10 Jahre an. Später hat man nach kritischer Sichtung des gesamten überlieferten Materials den Mittelwert einer Periode zu 11,124 Jahren berechnet, wobei jedoch im einzelnen große Schwankungen (8—15 Jahre) auftreten. Die Dauer der Schädlingsperioden liegt im allgemeinen innerhalb dieser Schwankungen, und wenn man berücksichtigt, daß dem Mittelwert für die Sonnenfleckenhäufigkeit ein Material zugrunde liegt, das bis zum Jahre 1610 zurückreicht, so liegt es durchaus im Bereich der Möglichkeit, daß bei Berücksichtigung von ähnlich weit zurückreichendem Material auch der Mittelwert für die Schädlingsperioden eine noch größere Annäherung an den der Sonnenfleckenperioden zeigen würde.

Zeichnet man eine Kurve der Sonnenfleckenhäufigkeit und setzt dieselbe über die graphische Darstellung der Schädlingsepidemien, so erhält man ein Bild wie es Abb. 3 zeigt. Die Sonnenfleckenkurve (1830—1920) ist der Arbeit von Elton (aus Friederichs, 1930) entnommen, für den Zeitraum von 1800—1830 sind lediglich die Maxima der Sonnenfleckenhäufigkeit angegeben auf Grund der Wolfschen Relativzahlen (nach Pringsheim, 1910). Die Sonnenfleckenmaxima sind jeweils durch gestrichelte Linien auf die Schädlingskurve projiziert. Tabelle 2 gibt außerdem einen Überblick über die Lage der Maxima und Minima der Epidemien und Sonnenflecken. Dabei läßt sich die sehr interessante Feststellung machen, daß fast ausnahmslos das Sonnenfleckenmaximum mit einem Maximum der Schädlingsepidemien zusammenfällt, und zwar meist mit erstaunlicher Genauigkeit. Dies gilt ganz besonders für die Maxima der Epidemien seit dem Jahre 1870 bis heute. Auch in den Jahren 1800—1830 ist die Übereinstimmung deutlich. Wenn auch hier die Sonnenfleckenmaxima nicht immer genau mit dem Kalamitätenmaximum zusammenfallen, so treffen sie doch ungefähr in die Mitte einer Schädlingsperiode, nicht allzuweit vom Maximum entfernt. Eine allerdings sehr auffällige Ausnahme betrifft die Sonnenfleckenmaxima der Jahre 1848 und 1860, die ziemlich genau mit Kalamitätenminima zusammenfallen, so daß eine gesetzmäßige Übereinstimmung jedenfalls nicht vorliegt. Während das Sonnenfleckenmaximum von 1860 nur um 3 Jahre gegen das vorher-

Tabelle 2.

Übersicht über die Lage der Maxima und Minima der Schädlingsepidemien und der Sonnenfleckenhäufigkeit.

Minima		Maxima	
Epidemien	Sonnenflecken	Epidemien	Sonnenflecken
1800	1798	1809	1804
1812	1810	1819	1816
1825	1823	1828	1829
1831	1833 / 1843	1839	1837 / 1848
1848	1856	1857	1860
1859	1867	1870	1870
1873	1878	1883	1883
1885	1890	1895	1894
1899	1900	1905	1905
1911	1913	1917	1917
1921	—	1928	1926

gehende Schädlingsmaximum verschoben ist, fällt das von 1848 genau auf ein Kalamitätenminimum, weit ab von den benachbarten Schädlingsmaxima. Nun ist der Abstand zwischen den Schädlingsmaxima von 1839 und 1857 mit 18 Jahren der größte der überhaupt in der untersuchten Zeit festgestellt wurde, und wir haben in der ganzen Zeitspanne von 1800—1925 eine Schädlingsperiode weniger — nämlich 10 — als Sonnenfleckenperioden (11). Der Gedanke liegt daher nahe, daß eine Schädlingsperiode, deren Maximum etwa im Jahre 1848 liegen müßte, unterdrückt wurde. Ob dies so ist, und welche Faktoren dabei mitgespielt haben mögen, wird sich heute kaum mehr ermitteln lassen.

Hinsichtlich der Minima zeigt sich keine so deutliche Übereinstimmung, wie bei den Maxima, wohl aber ein ziemlich regelmäßiges Zurückbleiben der Kalamitätenminima hinter denen der Sonnenflecken, das unter Umständen recht erheblich sein kann (bis zu 8 Jahren). Ausnahmen hiervon zeigen sich nur im ersten Viertel des vorigen Jahrhunderts. Dieses Zurückbleiben ist bedingt durch folgendes: Wie wir oben festgestellt haben, liegt das Kalamitätenmaximum nicht genau in der Mitte einer Schädlingsperiode, sondern zu etwa $^2/_3$ nach dem folgenden Minimum verschoben. Bei der Sonnenfleckenperiode verhält es sich aber genau umgekehrt, „und zwar hat sich aus den bisherigen Beobachtungen ergeben, daß im Mittel der Zeitunterschied vom Maximum zum Minimum 6,6 Jahre beträgt gegen nur 4,5 Jahre, um welche das Minimum vom folgenden Maximum absteht. Eine den Verlauf der Periode darstellende Kurve würde also vom Minimum zum Maximum einen steilen Anstieg, vom Maximum zum Minimum einen weniger steilen Abfall zeigen“ (Pringsheim, 1910, S. 65 u. 66). Da es sich bei der Kurve der Epidemien

gerade umgekehrt verhält, so muß bei einer Übereinstimmung der Maxima eine Verschiebung der Minima in dem oben festgestellten Sinne erfolgen.

Zusammenfassend läßt sich somit sagen: Die Maxima der Schädlingsepidemien zeigen in dem untersuchten Zeitraum mit nur wenigen Ausnahmen eine große Übereinstimmung mit den Maxima der Sonnenfleckenhäufigkeit. Die Minima zeigen dagegen — infolge der verschiedenen relativen Lage der Maxima und Minima zueinander — eine Verschiebung in dem Sinne, daß die Sonnenfleckenminima in der Regel einige Jahre später liegen als die der Schädlingsepidemien.

Es fragt sich nun, ob ein Einfluß der Sonnenflecken auf terrestrische Erscheinungen, insbesondere das Klima nachgewiesen ist, und ob sich vielleicht daraus die Übereinstimmung mit den Schädlingsepidemien erklären läßt. Eine irdische Erscheinung gibt es, deren Schwankungen in einwandfreiem Zusammenhang mit den Sonnenfleckenperioden stehen, nämlich der Erdmagnetismus. Hinsichtlich der Beeinflussung des Klimas sind die Ansichten nicht so übereinstimmend, so daß ein kurzer Überblick über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über diese Frage zunächst folgen möge.

Die Astronomen scheinen die Möglichkeit eines Einflusses der Sonnenfleckenhäufigkeit auf das terrestrische Klima im allgemeinen zu verneinen. Pringsheim (1910, S. 72) schreibt hierzu:

„Selbst zu den Zeiten der stärksten Maxima bedecken die Flecken kaum den 500sten Teil der Sonnenoberfläche. Nun wissen wir, daß die von den Flecken ausgehende Strahlung keineswegs Null ist, und daß besonders die Wärmestrahlung nicht sehr erheblich gegenüber der der unveränderten Photosphäre geschwächt ist. Wir können also annehmen, daß die Gesamtstrahlung der Sonne durch die Fleckenbedeckung zu Zeiten des größten Maximums höchstens um $^1/_{1000}$ gegenüber der Strahlung einer fleckenlosen Sonne herabgesetzt ist, also etwa um 0,1 %; und es ist kaum zu erwarten, daß dies von merklichem Einfluß auf irdische Phänomene sein sollte. Und noch eins kommt hinzu. Wir haben gesehen, daß parallel mit der Fleckenhäufigkeit auch die Erscheinung der Sonnenfackeln sich verändert, daß also zugleich mit den Gebilden, die die Sonnenstrahlung vermindern, auch Gebilde auftreten, welche die Strahlung vermehren. Die Strahlungsmessungen der Sonne sind infolge der wechselnden Absorption in der Erdatmosphäre so schwierig, daß es bisher noch nicht gelungen ist, die Frage nach der Veränderung der Sonnenstrahlung mit der Periode der Sonnentätigkeit experimentell zu entscheiden. Wir können nicht einmal sagen, ob die Strahlung beim Maximum stärker oder schwächer ist, als beim Minimum. Sie ist verkleinert infolge der Flecken, vergrößert infolge der Fackeln, und welcher Einfluß überwiegt, das wissen wir nicht, aber man kann wohl annehmen, daß die beiden Einflüsse sich in der Bilanz ziemlich ausgleichen werden, und daß die Differenz der Strahlung zwischen Maximum und Minimum ziemlich gering sein wird."

„In der Tat ist bisher kein irdischer Vorgang bekannt geworden, den man auf die Veränderung der Sonnenstrahlung infolge der Periodizität der Sonnentätigkeit zurückführen könnte, es ist keine mit der Sonnentätigkeit zusammenhängende periodische Schwankung des Klimas, keine periodische Veränderung irgendwelcher meteorologischer Elemente, wie der Regenmenge, der Winde usw. sicher nachgewiesen worden. Trotzdem können wir diese Frage nicht theoretisch abtun, sondern es ist immer noch eine genauere Durchforschung aller meteorologischen Erscheinungen erwünscht, um möglicherweise doch eine Beziehung zwischen der Sonnentätigkeit und meteorologischen Vorgängen zu finden."

Auch Friederichs (1930) gibt dieser Ansicht in einem Nachtrag zum 1. Bande seines Werkes Raum.

Demgegenüber sind die Meteorologen durchaus der Ansicht, daß sich die Sonnenfleckenperioden auf das irdische Klima auswirken. So schreibt Defant (1926, S. 333): „Der 11jährige Zyklus ist demnach die erste sicher nachgewiesene Periode in den Witterungserscheinungen.“ Hinsichtlich der Einzelheiten scheinen jedoch noch Differenzen zu bestehen. Die diesbezüglichen Untersuchungen datieren erst von dem Jahre 1870 ab. Insbesondere waren es zunächst die Temperaturverhältnisse, die das Interesse erregten und von Köppen (1873) eingehend untersucht wurden. Diesem Autor gelang es, in den Änderungen der Jahrestemperatur, besonders der Tropen, Beziehungen zur Sonnenfleckenperiode zu finden, und zwar in dem Sinne, daß in den Jahren der Sonnenfleckenmaxima das Minimum der Temperatur eintritt und umgekehrt sind die Jahre der Sonnenfleckenminima heiße Jahre. Die Temperaturschwankungen sind allerdings nicht groß und betragen in den Tropen 0,7, in höheren Breiten etwas mehr als 0,5° C. Dieses Ergebnis wurde später (1914) von dem gleichen Autor dahingehend verbessert, daß die mittlere Temperatur des beobachteten Gebietes (etwa $^1/_6$ der Erdoberfläche, von der die Temperaturverhältnisse bekannt waren) in jeder der letzten fünf Fleckenperioden zur Zeit der Minima und bald danach etwa $^1/_2{}^0$ höher war, als in den auf die Fleckenmaxima folgenden Jahren. Das Fleckenmaximum wird also gefolgt von einem Temperaturtiefstand, ihm voraus geht mit einem Abstand von etwa $3^1/_2$—4 Jahren (entsprechend dem mittleren Abstand der Sonnenfleckenminima von den darauf folgenden Maxima = 4,5 Jahre; siehe oben) ein Temperaturmaximum (siehe Abb. 4). Die neueren Untersuchungen haben gezeigt, daß in den nördlichen Breiten der Erde, wo der Zusammenhang im allgemeinen weniger klar erkennbar ist, namentlich dann eine schärfere Ausprägung hervortritt, wenn auch eine jahreszeitlich getrennte Bearbeitung des Materials vorgenommen wird. (Mecking, 1918; Baur, 1922 und Droste, 1924, zit. nach Defant, 1926). Letzteres ist aber in epidemiologischer Hinsicht besonders wichtig, da hier weniger der Jahresdurchschnitt, als gerade die jahreszeitlichen Temperaturen und

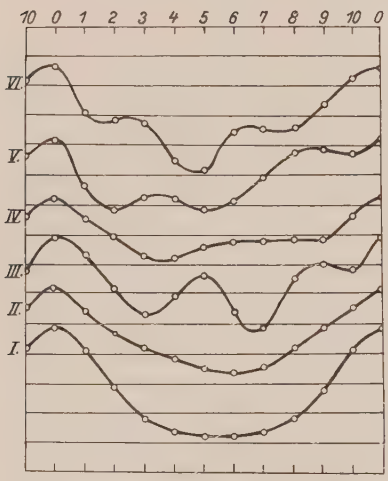


Abb. 4. Temperaturgang in der 11jährigen Sonnenfleckenperiode in verschiedenen Gebieten der nördlichen gemäßigten Zone. Abstand der horizontalen Linien = 0,1° C. (Nach Köppen aus Defant.) I. Ganze Erde. II. Nördliche gemäßigte Zone. III. Rußland. IV. West- und Zentraleuropa. V. Mittelmeer. VI. Nordamerika.

deren Unterschiede meist ausschlaggebend sind. Nach Baur (1922) trifft gerade für Europa das durchschnittliche Verhalten der Temperatur zu den Sonnenflecken nicht zu, indem hier das Temperaturmaximum eher auf das Fleckenmaximum fällt, als auf das Minimum. Dieser Angabe entspricht auch die Feststellung von Abbot (Meteor. Zeitschr. 1913, S. 257; zit. nach v. Hann, 1915), daß einer Zunahme der Relativzahl der Sonnenflecken um 100 eine Zunahme der Intensität der Sonnenstrahlung um 0,07 Kalorien entspricht. (Mittlerer Wert der Solarkonstante für die Epoche 1903—1912 = 1,93 Kalorien [cm², Minute, in mittlerer Entfernung]). Auch Friederichs (1930) gibt an, daß verstärkte Abgabe von Sonnenenergie dann stattfindet, wenn die Sonnenflecken anwachsen. Demgegenüber erblickt Humphreys die Ursache der 11jährigen Temperaturperiode nicht in einem Wechsel der von der Sonne empfangenen Strahlung, sondern in einer Verringerung der Ausstrahlung zur Zeit der Fleckenminima infolge von Ozonbildung in den höheren Schichten der Atmosphäre (zit. nach v. Hann, 1915, S. 648). Elton (1907: zit. nach Friederichs, 1930, Bd. I, S. 204), der ausführliche Untersuchungen über den Einfluß der Sonnenfleckenperioden auf die Tierwelt gemacht hat, nimmt ebenfalls eine Erhöhung der durchschnittlichen jährlichen Temperatur zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima an, und umgekehrt. Wir können demnach zusammenfassend sagen, daß — wenigstens in der nördlichen gemäßigten Zone — ein Sonnenfleckenmaximum von einem Temperaturmaximum begleitet wird, oder daß ihm doch ein solches mit kurzem Abstand vorausgeht, und daß ihm andererseits ein Temperaturabfall sehr bald folgt.

Auch über den Einfluß der Sonnenfleckenperioden auf die Niederschlagsmenge liegen ausführliche Untersuchungen vor. Sie lassen erkennen, daß auch hier eine Abhängigkeit zweifellos vorliegt, allerdings ist dieselbe nicht einheitlich für die ganze Erde, indem in gewissen Gegenden einem Sonnenfleckenmaximum auch ein Maximum des Regenfalles entspricht, während es sich in anderen Gegenden offenbar gerade umgekehrt verhält (z. B. Winterregen Nordindiens). Die Beziehungen zwischen der Niederschlagsmenge und der Zahl der Sonnenflecken kann demnach örtlich stark schwanken. Uns interessieren hier vor allem die Verhältnisse für das Gebiet des Deutschen Reiches, die durch die eingehenden Untersuchungen von Hellmann (1906) geklärt wurden. Danach treten innerhalb einer Sonnenfleckenperiode zwei Maxima des Niederschlags ein, die fast genau mit den Wendepunkten der Sonnenfleckenkurve zusammenfallen (siehe Abb. 5). „Das Hauptmaximum des Niederschlags fällt auf das Minimum der Sonnenflecken, das sekundäre Maximum auf deren Maximum. Die gesamte Schwankung der Niederschlagsmenge innerhalb der Sonnenfleckenperiode beträgt im Jahresmittel bloß 12%, im Sommer 8%, im Winter 16%. Die Amplitude ist klein im Vergleich zu den großen Schwankungen der Niederschlagsmenge von Jahr zu Jahr; sie gibt keine

Grundlage zu Vorhersagen über das Eintreten exzessiver Jahre, die bis zu 30 oder 40% vom Normalmittel abweichen" (zit. nach Defant, 1926). Es geht also dem Sonnenfleckenmaximum in Deutschland ein Minimum der Niederschlagsmenge unmittelbar (2—3 Jahre) voraus, während dasselbe begleitet wird von einem sekundären kleineren Niederschlagsmaximum. Die Sonnenfleckenminima sind charakterisiert durch Hauptmaxima der Niederschlagsmenge.

Die Klimaabhängigkeit von der Sonnenfleckenperiode läßt sich somit für Deutschland dahin zusammenfassen, daß ein Sonnenfleckenmaximum dadurch ausgezeichnet ist, daß ihm eine warme und trockene Periode unmittelbar vorausgeht, während die Sonnenfleckenminima durch relativ kühle und nasse Jahre ausgezeichnet sind. Begleitet wird das Maximum von einem Ansteigen der Niederschlagsmenge und ist unmittelbar gefolgt von einem Temperaturabfall. Dabei ist allerdings zu beachten, daß diese Schwankungen als relativ sehr gering zu bezeichnen sind, daß die

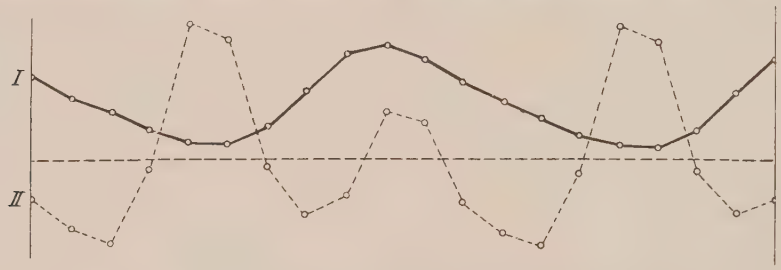


Abb. 5. Beziehungen zwischen den Sonnenflecken und der Niederschlagsmenge (Jahresmittel) in Deutschland. (Nach Hollmann aus Defant.) I. Sonnenfleckenrelativzahlen. II. Niederschlagsmenge in Abweichungen von dem normalen Werte (gestrichelte horizontale Linie).

Temperaturunterschiede nur Bruchteile eines Grades betragen, und die Schwankungen der Niederschlagsmenge noch unterhalb der Abweichungen exzessiver Jahre vom Normalmittel liegen. Allerdings ist die regelmäßige Periodizität dieser Klimaschwankungen ein besonders bedeutungsvoller Faktor. Es fragt sich nun, ob die geschilderten geringen Schwankungen ausreichen, um die doch offensichtlich vorhandene Übereinstimmung von Sonnenflecken- und Kalamitätenmaxima zu erklären.

Ehe ich auf diese Frage eingehe, möchte ich kurz einige Arbeiten erwähnen, die einen Zusammenhang des organischen Lebens auf der Erde mit der Sonnenfleckenperiode festgestellt oder doch wahrscheinlich gemacht haben. Schon 1801, ehe die Sonnenfleckenperiodizität genauer bekannt war, hat Herschel (zit. nach Pringsheim, 1910, S. 71) angenommen, die Sonnenflecken müßten einen Einfluß auf die Ernte haben und glaubte, diesen Einfluß in den Schwankungen des Getreidepreises in England wiederzufinden. In ähnlicher Weise haben indische Meteorologen einen Zusammenhang zwischen der periodischen Wiederkehr der Hungersnöte in Indien und den Sonnenfleckenperioden vermutet, in der Annahme, daß

die von den Sonnenflecken abhängigen Klimaschwankungen ihrerseits die Ernte beeinflußten. Die Jahresringe der Sequoien zeigen in ihrer relativen Breite deutliche 11jährige Perioden, außerdem — das sei hier gleich erwähnt — läßt sich an ihnen auch eine längere Periode von 32,8 Jahren feststellen (Douglass 1909, S. 225, weitere Literatur siehe bei Antevs, 1917). Da die Jahresringbreite zum großen Teil klimatisch bedingt ist, lassen sich aus ihr Rückschlüsse auf das Klima vergangener Zeiten ziehen. Auch an deutschen Bäumen will man eine 11jährige Periode der Jahresringbreite erkannt haben.

Über den Einfluß auf die Tierwelt gibt es ebenfalls eine Reihe von Untersuchungen, unter denen die von Elton (1907), auf die bereits hingewiesen wurde, besondere Erwähnung verdient. Wie ich oben schon bemerkte, betreffen diese Untersuchungen in erster Linie Warmblüter, und zwar unter diesen wiederum vor allem Pflanzenfresser, bei denen ja eine klimatisch bewirkte Beeinflussung des Massenwechsels auf dem Umweg über die Fraßpflanze am ehesten plausibel erscheint. Bekannt sind die Wanderungen der Lemminge (*Lemmus lemmus* L.) als deren Ursache mit Sicherheit Übervölkerung in ihrem eigentlichen Wohngebiet anzunehmen ist. Die Wanderungen erfolgen im Mittel alle 3,6 Jahre, also fast genau $^1/_3$ der Sonnenfleckenperiode. Der amerikanische Hase (*Lepus americanus* Erxl.) zeigt, wie aus den Fanglisten der Hudson-Bay Company hervorgeht, eine Gradation mit einer Periodizität von ungefähr 10 Jahren. Dem An- und Abschwellen seiner Populationsdichte entspricht eine solche des Luchses (*Lynx canadensis* Kerr.), dessen Hauptnahrung er bildet. Überhaupt sind zahlreiche Raubtiere, die man daraufhin genauer untersucht hat, in ihrer Populationsdichte von der ihrer Beutetiere abhängig, so daß deren Periodizität, sofern eine solche vorliegt, auch jenen aufgeprägt wird (Hewitt, 1921). Die Wanderungen des Steppenhuhnes (*Syrrhaptes paradoxus* Pall.) erfolgen sowohl in Mittel- und Nordeuropa, als auch andererseits in China im Durchschnitt alle 11,2 Jahre, also genau der Sonnenfleckenperiode entsprechend, und der sibirische Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Brehm.) kommt alle 10—11 Jahre in besonders starken Schwärmen nach Europa.

Bezüglich der Insekten ist, wie ich oben schon erwähnte, noch wenig in dieser Hinsicht bekannt. So wurde hinsichtlich des Massenwechsels der Heuschrecke *Schistocerca gregaria* in Ägypten und Palästina eine Periodizität von 11—13 Jahren festgestellt, entsprechend der Sonnenfleckenperiode. Nach Bodenheimer (1929) ist dieselbe vor allem bedingt durch die Periodizität der Niederschlagsmenge im Gebiet der Brutplätze. Nach Friederichs (1930; Bd. I, S. 212) sollen auch in Ungarn die Heuschreckenplagen alle 12 Jahre auftreten. Simroth (1908) gibt zahlreiche weitere Beispiele für Insekten (Termiten, Wespen, Heuschrecken, Distelfalter) und andere Kaltblüter (Fische, Mollusken, Echinodermen, usw.), deren Vermehrung resp. Wanderung er mit der Sonnenfleckenperiode in

Zusammenhang zu bringen sucht. Von besonderem Interesse ist die in seiner Arbeit wiedergegebene Angabe von Severin (1908), nach der der große Ulmensplintkäfer (*Eccoptogaster scolytus* Fabr.) in Nordfrankreich und Belgien eine deutliche 10—12 jährige Periodizität in seiner Vermehrung erkennen läßt. Da die Vermehrung dieses Borkenkäfers wohl weniger klimatisch bedingt ist, sondern wie bei den meisten sekundären Schädlingen in erster Linie von dem Vorhandensein geeigneten Brutmaterials abhängt, liegt die Vermutung nahe, daß er im Gefolge eines Schädlings (Pilzerkrankung?) aufgetreten ist, der unmittelbar seine Fraßpflanze geschädigt und dadurch in einen für ihn geeigneten Zustand versetzt hat. Für zahlreiche andere Borkenkäfer (*I. typographus* L., *M. piniperda* L. und *minor* Htg., u. a.) läßt sich diese Abhängigkeit sehr schön nachweisen. Sie treten im Gefolge von Epidemien primärer Schädlinge besonders stark auf, wie z. B. auf der graphischen Darstellung der bayrischen Forstschädlingskalamitäten im Münchener Institut für angewandte Zoologie deutlich zu sehen ist, und müssen in ihrer Massenbewegung daher notwendig dieselbe Periodizität zeigen wie jene. Berwig (1926) hat in seiner ausführlichen historisch klimatologischen Untersuchung über die Gradationen der Forleule in Bayern gezeigt, daß die Vorbereitungsjahre zu den Kalamitäten dieses Schädlings meistens mit guten Weinjahren (hohe Wärmesumme und geringe Niederschlagsmenge während der Vegetationszeit) zusammenfallen. Unter den Winzern der Pfalz ist aber die Meinung verbreitet, daß alle 11 Jahre auf eine gute Weinlese zu rechnen sei (Simroth, 1908, S. 145).

All diese Angaben, wenn sie auch in manchen Fällen nicht durch ausreichendes Material begründet sein mögen, zeigen doch zweifellos, daß sich vielfach in gewissen Äußerungen des organischen Lebens auf der Erde (Massenvermehrung, Wanderung) ein deutlicher Rhythmus feststellen läßt und daß dieser Rhythmus auffallend häufig eine 11jährige Periodizität aufweist, wie die Sonnenfleckenperiode.

Hält man sich dies vor Augen, so wird man kaum geneigt sein, in der Übereinstimmung der Sonnenfleckenmaxima mit denen der Epidemien der untersuchten Schädlinge einen Zufall zu erblicken, sondern die Möglichkeit eines kausalen Zusammenhangs wenigstens einer näheren Betrachtung unterziehen müssen. Die Möglichkeit einer direkten Bewirkung der Schädlingsvermehrung durch die Sonnenflecken kommt nicht in Frage. Wir haben vielmehr nach einem möglichen Einfluß terrestrischer Erscheinungen zu suchen, die ihrerseits wiederum durch die Häufigkeit der Sonnenflecken bedingt sind. Als solche hatten wir einerseits den Erdmagnetismus, andererseits klimatische Faktoren kennengelernt. Es erübrigt sich, über ersteren zu diskutieren, da ein Einfluß desselben auf das Insektenleben nicht bekannt und zum mindesten auch unwahrscheinlich ist. Es bleiben demnach die Witterungserscheinungen, die ich deshalb in

ihrer Abhängigkeit von der Sonnenfleckenperiode oben genauer darzustellen versucht habe. Bei den Warmblütern, bei denen sich eine Abhängigkeit von der Sonnenfleckenperiodizität feststellen läßt, ist diese zweifellos sekundär, auf dem Umweg klimatischer Einflüsse auf die Fraßpflanze bedingt, denn mit der Homoiothermie haben diese einen so weitgehenden Schutz gegen klimatische Einflüsse erlangt, daß Schwankungen so geringer Art, wie sie die Sonnenfleckenperioden begleiten, hierbei sicherlich nicht die geringste Rolle spielen. Anders wird es sich mit den Insekten verhalten. Gerade bei den primären phytophagen Schädlingen spielt die Nahrungskomponente in dem Umweltwiderstand in der Regel keine Rolle (siehe hierzu die Ausführungen Bodenheimers, 1928, S. 722), und das dürfte ganz besonders für die hier untersuchten Koniferenfeinde zutreffen, bei denen die Nahrungsmenge als vermehrungsbegrenzender Faktor sicherlich nicht in Frage kommt. Es bleibt somit die direkte Bewirkung durch die klimatische Komponente, die bei den Insekten schon deshalb von großem Einfluß sei kann, weil diese als poikilotherme Tiere in ungleich höherem Maße klimagebunden sind, als Warmblüter, vor allem aber weil der gewaltige Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Mortalität der verschiedenen Stadien und damit auf die Populationsdichte der Species experimentell wie schon eingangs ausführlich dargelegt wurde, zur Genüge erwiesen ist.

Es fragt sich nur, ob die geringen klimatischen Schwankungen, wie sie den Sonnenfleckenperioden entsprechen, ausreichen, um die Übereinstimmung der Epidemienmaxima mit denen der Sonnenflecken zu erklären. Wir wissen, daß bei vielen Arten schon sehr geringe Schwankungen der klimatischen Faktoren genügen, um eine Änderung des Umweltwiderstandes in positivem oder negativem Sinne zu bewirken. Zahlreiche Autoren (Bodenheimer, 1930; Friederichs, 1930; Uvarov, 1929; u. a.) haben sich in diesem Sinne ausgesprochen. Man hat neuerdings erkannt, daß das Mikroklima des Aufenthaltsortes des betreffenden Schädlings vor allem in Betracht gezogen werden muß, und daß dieses von dem Makroklima oft erheblich abweicht. Da aber bei den untersuchten Schädlingen der Aufenthaltsort so ziemlich der gleiche ist, und sein Mikroklima von dem Makroklima direkt abhängig sein dürfte, kann dieser Faktor hier wohl unberücksichtigt bleiben. Es wäre daher durchaus denkbar, daß auch die geringen klimatischen Schwankungen, wie sie mit der Sonnenfleckenhäufigkeit parallel gehen, eine ähnliche Periodizität der Schädlingsepidemien im Gefolge haben können. Wir wissen heute, daß für das Entstehen einer Epidemie das sogenannte Vorbereitungsjahr ausschlaggebend ist, in dem infolge starker Verminderung des Umweltwiderstandes die Populationsdichte in der Regel die stärkste Zunahme erfährt. Das 1. Vorbereitungsjahr liegt bei Eule und Spanner 2—3 Jahre vor dem Eruptionsjahr und ähnlich wird es sich auch bei den 3 anderen Arten verhalten. Die klimatisch günstigste Konstellation muß also 2—3 Jahre vor der eigentlichen

Epidemie liegen und, da die Epidemie selbst mit dem Sonnenfleckenmaximum zusammenfällt, 2—3 Jahre vor diesem. Wie wir gesehen haben, trifft dies zum mindesten hinsichtlich der Niederschlagsmenge zu, deren 1. Minimum wenige Jahre vor dem Sonnenfleckenmaximum eintritt, und mit der Temperatur verhält es sich ähnlich, indem eine Erhöhung derselben schon vor dem Sonnenfleckenmaximum einzusetzen pflegt. Kurz nach demselben tritt ein Temperaturabfall ein, und die Niederschlagsmenge erreicht schon während des Sonnenfleckenmaximums einen sekundären Höhepunkt. Entsprechend finden wir meist im Anschluß an das Sonnenfleckenmaximum einen Steilabfall der Epidemienzahl. Es ist bemerkenswert, daß demnach auch hierin kein Widerspruch gegen die vermutete klimatische Beeinflussung der Epidemien liegt, denn im allgemeinen können für die hier behandelten Schädlinge trockene und warme Jahre als der Vermehrung günstig angesehen werden, was für die Eule als erwiesen gelten kann (Berwig, 1926).

Es ist klar, daß bei den geringen in Betracht kommenden meteorologischen Schwankungen das Eintreten exzessiver Jahre, wie es in unseren Breiten nicht selten ist, die Wirkung der 11jährigen Klimaperiode überlagern kann. Betrachtet man die Epidemienkurve, so sieht man ja auch, daß dieselbe zahlreiche Unregelmäßigkeiten aufweist, wie ja überhaupt eine vollkommen regelmäßige Periodizität nicht erwartet werden konnte, zum mindesten aber schon länger hätte bekannt sein müssen. Ganz besonders sind die letzten Jahrzehnte durch größere Unregelmäßigkeiten ausgezeichnet; hier sind auch die Minima nicht ganz kalamitätenfrei, und mehr oder weniger starke Erhebungen der Kalamitätenkurve zwischen den Maxima sind zu verzeichnen, die allerdings das Gesamtbild nicht zu verwischen vermögen. Man kann hierfür wohl in erster Linie den Grund verantwortlich machen, daß mit der zunehmenden Intensivierung der Forstwirtschaft die natürlichen Verhältnisse in immer steigenderem Maße durch menschliche Eingriffe gestört werden. Durch solche Eingriffe (Kulturmaßnahmen [Schaffung von Monokulturen, u. dgl.], rechtzeitige und intensive Bekämpfung von Kalamitäten, usw.) wird aber der Umweltwiderstand teils in positivem, teils in negativem Sinne beeinflußt und dadurch kann die Periodizität im Auftreten der Epidemien undeutlich werden. (Siehe hierzu das oben genauer erläuterte Beispiel des Kiefernspinners.) Gerade deshalb, weil diese Faktoren meist „unabhängig veränderliche“ Komponenten des Umweltwiderstandes darstellen, darf aber ihre Wirkung nicht unterschätzt werden. Auf diese Unterschiede zwischen den Verhältnissen der vom Menschen unberührten Natur und dem Kulturland hat auch Zwölfer (1930) hingewiesen. Wir dürfen daher erwarten, daß der Massenwechsel der Insekten in der unberührten Natur — wenn er auch dort nicht in so eindrucksvoller Weise in Erscheinung zu treten pflegt, wie im Kulturland — eine regelmäßigere Periodizität aufweist, als in den vom Menschen bewirtschafteten Gegenden.

Endlich kommt auch noch ein weiteres Moment hinzu, nämlich, daß eine in Vorbereitung befindliche Kalamität nicht unbedingt auch zur Eruption kommen muß. Auf die Möglichkeit des Zusammenbruches einer Epidemie vor der Eruption habe ich früher schon hingewiesen (Eidmann, 1930). Zahlenmäßige Belege hierfür waren mir bisher nicht bekannt. Sie haben sich inzwischen ergeben bei der Durchsicht der Ergebnisse der jährlichen Puppenzählungen aus der Letzlinger Heide, die uns von den dortigen Oberförstereien in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden, und die teilweise 50 Jahre zurückreichen. Aus ihnen läßt sich ersehen, daß sehr oft eine erhebliche Zunahme der Populationsdichte stattfindet, die durchaus der eines Vorbereitungsjahres entspricht, daß aber die zu erwartende Kalamität nicht zum Ausbruch kommt, sondern daß die Populationsdichte ohne die kritische Grenze zu überschreiten, wieder zurückgeht. Dieser Fall scheint sogar öfter vorzukommen, als der einer Weiterentwicklung zur Epidemie.[1]) Es ist klar, daß auch in den Schädlingsperioden derartige Massenbewegungen vorkommen müssen, deren Erfassung und Mitberücksichtigung die Periodizität möglicherweise klarer hervortreten lassen würde, als lediglich die wirklich zur Eruption gelangenden Kalamitäten.

Überblicken wir das Gesagte, so können wir zusammenfassen, daß es nach unseren bisherigen Kenntnissen durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt, daß die Schädlingsperioden in ihrem Verlauf durch die von der Sonnenfleckenhäufigkeit abhängigen Klimaperioden bestimmt werden. Es soll jedoch damit nicht gesagt sein, daß die Klimakomponente der einzige Faktor sei, der die Periodizität der Kalamitäten bestimmte. Die Möglichkeit, daß noch andere Faktoren wirksam sind, die von den Sonnenflecken beeinflußt werden, und ihrerseits wieder die Insektengradationen beeinflussen, und die sich unserer Kenntnis noch entziehen, muß natürlich zugegeben werden.

Außer der 12jährigen Periode der Schädlingsepidemien hatte sich noch eine 30jährige Periode feststellen lassen, die durch besonders starkes Hervortreten von Kalamitätenmaxima gekennzeichnet wurde. Ich habe bereits kurz angedeutet, daß diese Periode hinsichtlich ihrer Dauer der Brücknerschen 35jährigen Periode nahekommt. Die nach E. Brückner (1890) genannte 35jährige Klimaperiode wurde auf Grund eines reichhaltigen, sich über die ganze Erde erstreckenden, Beobachtungsmaterials nachgewiesen, und soll sich auf der ganzen Erde gleichsinnig äußern. (Eisgang der Flüsse, Schwankungen des Regenfalles, Wasserstand abflußloser Binnenseen, Jahrestemperaturen langer Beobachtungsreihen, Zeiten der Weinernte usw.) Über die Ursachen dieses Klimazyklus ist nichts bekannt, doch ist zu vermuten, daß auch sie in kosmischen Erscheinungen

[1]) Die epidemiologische Auswertung des wertvollen Materials wird a. a. O. durch Herrn Dr. Schwerdtfeger demnächst erfolgen.

zu suchen sind. Interessant ist es, daß auch in den Schwankungen der Sonnenfleckenhäufigkeit eine Periode von 34,4 (Lockyer, 1902) resp. 33 Jahren (Liznar, 1902) enthalten sein soll. Auch Douglass (1909), hat, wie bereits erwähnt, in den Jahresringen der kalifornischen Sequoien eine Periode von 32,8 Jahren nachweisen können. Alle diese Perioden sind vermutlich eine einfache „Oberwelle" der 11,13jährigen Sonnenfleckenperiode (Schuster, 1906), die demnach mit 33,375 Jahren Länge jedesmal 3 Sonnenfleckenperioden umfassen würde.

Hinsichtlich der Schädlingsepidemien hat sich für die „große Periode" eine Länge von rund 30 Jahren ergeben, doch ist zu bedenken, daß das gesamte Material nur 4 Perioden umfaßt, und daß sich bei Berücksichtigung längerer Beobachtungsreihen vielleicht ein Wert ergibt, der der „Oberwelle" der Sonnenfleckenperiode noch näher kommt. Da nun die Schädlingsperioden annähernd den Sonnenfleckenperioden entsprechen, so heißt das mit anderen Worten, daß jede dritte Schädlingsperiode von besonderer Stärke ist.

Unsere Epidemienkurve zeigt eine solche besonders starke Schädlingsperiode z. B. für die Jahre 1885—1899 mit dem Maximum im Jahre 1895. Es folgen zwei schwächere Perioden mit den Maxima 1905 und 1917, und als 3. wäre wieder eine zu erwarten, die von besonderer Heftigkeit sein müßte und sich um das Sonnenfleckenjahr 1926 gruppieren würde. Jeder objektive Beobachter muß zugeben, daß das vergangene Jahrzehnt — auf der Kurve ist es nicht mehr völlig zur Darstellung gekommen — in der Tat unseren Nadelwäldern Katastrophen von nie gekanntem Ausmaß gebracht hat, die unermeßliche Schäden zur Folge hatten. Ist doch die gewaltige norddeutsche Eulenepidemie vom Jahre 1924 noch in unser aller Erinnerung, bei der insgesamt etwa 20 000 ha Wald befressen wurden mit einer Kahlfraßfläche von 170 000 ha, und einem Gesamteinschlag von insgesamt 12 Millionen fm Derbholz (Sachtleben, 1929). Auch der Spannerfraß in der Letzlinger Heide 1928/29 war von außergewöhnlicher Heftigkeit, und die letzten großen süddeutschen Kalamitäten der Eule und der Kiefernblattwespe fallen gleichfalls unter dieses Hauptmaximum. Andererseits scheint alles dafür zu sprechen, daß wir uns augenblicklich, wo wir wieder einem Sonnenfleckenminimum zustreben, auch einem Kalamitätenminimum nähern. Wenigstens lassen die letzten Berichte der preußischen Oberförstereien keine bedrohliche Zunahme irgend eines der wichtigeren Nadelholzprimärschädlinge erkennen, und ebensowenig geben die Puppenzählungen dieses Winters zu ernstlichen Befürchtungen Anlaß. Wir können daher annehmen, daß wir augenblicklich kurz vor einem Schädlingsminimum stehen.

Wenn wir mit aller Vorsicht aus dem ermittelten Rhythmus weitergehende Schlüsse für die Zukunft ziehen dürfen, so können wir sagen, daß die 2. Hälfte resp. das Ende der begonnenen Dekade uns voraussichtlich wieder eine Zunahme der Schädlingsepidemien in unseren Nadel-

wäldern bringen wird, wenn auch nicht in dem Ausmaß, wie das verflossene Jahrzehnt, und daß die dem Jahre 1960 zugeordnete Schädlingsperiode wieder durch besonders starke Verheerungen gekennzeichnet sein wird. Wie weit exzessive Jahre, die weitere Intensivierung der Forstwirtschaft und vor allem unsere zunehmende Fähigkeit, die Kalamitäten im einzelnen rechtzeitig vorauszusehen und auch solche größeren Ausmaßes wirksam zu bekämpfen, die zu erwartenden Perioden verwischen werden, entzieht sich der Voraussage. Nehmen wir als konkretes Beispiel die Kalamitäten in der Letzlinger Heide, die mit ihren ausgedehnten, reinen Kiefernbeständen mittlerer bis geringer Bonität bei einem relativ trockenwarmen Klima (Klimogramm siehe Eidmann, 1930) als typisches Schädlingsgebiet gelten kann. Die beiden letzten Spannerkalamitäten waren in den Jahren 1917 und 1928 (Eruptionsjahre), also mit einem Abstand von 11 Jahren. Die Disposition zur nächsten Kalamität müßte demnach in den Jahren 1938/40 gegeben sein.

Zu den beiden hier besprochenen Umweltfaktoren, der 11jährigen Sonnenfleckenperiode und der 35jährigen Brücknerschen Klimaperiode kommt endlich noch ein dritter, von gewaltigem Ausmaße, nämlich die Änderungen des Klimas innerhalb der großen geologischen Epochen, der Erde, die vermutlich auch periodischen Charakter haben. Der tiefgreifende Einfluß, den diese Änderungen auf die Organismen gehabt haben, ist durch die Zeugnisse der Paläozoologie und das Studium der geographischen Verbreitung der rezenten Arten zur Genüge erwiesen (Eiszeitrelikte, Pendulationstheorie, usw.). Es ist klar, daß gerade die Insekten, die ja im allgemeinen besonders empfindlich auf klimatische Änderungen reagieren, hierdurch weitgehend beeinflußt werden müssen. Diese Änderungen vollziehen sich jedoch so langsam, „daß gleichsinnig fortschreitende Änderungen der Temperatur, der Regenmengen und Windverhältnisse bisher nicht nachgewiesen werden konnten, daß vielmehr, soweit die Aufzeichnungen meteorologischer Elemente in frühere Jahrhunderte zurückreichen, die Mittelwerte dieser meteorologischen Elemente aus längeren Zeiträumen als konstant betrachtet werden dürfen. Auch historische Zeugnisse, die viel weiter zurückreichen, gestatten keine Schlüsse auf dauernde Abänderungen des Klimas größerer Länderflächen“ (v. Hann, 1915, S. 644). Sie kommen daher praktisch für uns nicht in Frage und können demnach hier übergangen werden.

Wie eingangs genauer dargelegt wurde, sind wir heute noch weit entfernt von der Möglichkeit einer langfristigen Prognose der Massenbewegung wichtigster Schädlinge, die für die Praxis von der größten Bedeutung wäre. Das wechselvolle Klima unserer Breiten, dessen Verlauf sich im allgemeinen einer längeren Voraussage entzieht, ist einer der hauptsächlichsten Faktoren, an denen die Erreichung dieses Zieles scheitert. Nur einige, von der Temperatur in ihrer Massenbewegung weniger abhängige Schädlinge gestatten eine weitergehende Voraussage

(z. B. der Maikäfer, siehe Zweigelt, 1928). Im allgemeinen erstreckt sich die Prognose kaum über eine Generation des Schädlings (Beispiele hierzu aus der deutschsprachlichen Literatur finden sich bei Blunck, 1930, S. 37. Eine Übersicht über die diesbezüglichen amerikanischen Arbeiten gibt Carter, 1930, S. 66. Weitere Hinweise im Literaturverzeichnis dieser und der vorliegenden Arbeit).

Die vorliegende Arbeit versucht, auf empirischem Wege, auf Grund der historisch-statistischen Methode für eine Gruppe unserer wichtigsten Forstschädlinge eine über Jahrzehnte sich erstreckende Voraussage ihrer Epidemien auf Grund der darin festgestellten regelmäßigen Periodizität ihres katastrophalen Auftretens. Diese Voraussage kann nur sehr allgemeiner Natur sein, sie kann lediglich die Zeiten größerer Kalamitätengefahr auf längere Zeit im voraus bezeichnen. Ob sie sich auf Einzelkalamitäten und begrenzte Gebiete wird anwenden lassen, erscheint keineswegs ausgeschlossen. Ein mehr ins Einzelne gehendes Studium in der angedeuteten Richtung für bestimmte Schädlinge und Schadgebiete, ein exaktes Ausarbeiten schwer zugänglichen historischen Materials und eine planmäßige Zusammenarbeit mit der Meteorologie und Klimatologie wird darüber Aufschluß geben können. Aber auch aus der vorausschauenden Kenntnis von Perioden größerer und geringerer Verluste durch die untersuchten Schädlinge wird die Forstwirtschaft (Forstpolitik, Wirtschaftsführung, usw.) Nutzen ziehen können, und so ist zu hoffen, daß uns auch die umfassende Allgemeinprognose schon einen guten Schritt weiterbringen wird. Wie weit sie zutreffend und praktisch auswertbar ist, darüber muß die Zukunft entscheiden.

* * *

Im folgenden sei nochmals ein kurzer Überblick über die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gegeben.

Es wurde zunächst eine Zusammenstellung der Epidemien der wichtigsten primären Nadelholzschädlinge Deutschlands in graphischer Darstellung gegeben. Berücksichtigt wurde der Zeitraum von 1800—1925 und folgende Schädlinge: *L. monacha* L., *Dendr. pini* L., *P. piniperda* Pz., *Bup. piniarius* L. und *Loph. pini* L. Bei *P. piniperda* Pz. wurden auch die Kalamitäten in dem außerdeutschen Europa berücksichtigt. Diese Zusammenstellung zeigt:

1. Eine starke, kontinuierliche Zunahme der Kalamitäten in den letzten Jahrzehnten, die vermutlich zurückzuführen ist auf die weniger dichte Bestockung der Waldfläche in früheren Zeiten, auf die Zunahme der Nadelholzbestände und auf die, der Vermehrung gerade der hier untersuchten Schädlinge nachteiligen weitgehenden Rechte der Gemeinden in den Waldungen (Streuentnahme, Vieheintrieb usw.). Außerdem dürften auch infolge der früher mangelhafteren Berichterstattung und schweren Zugänglichkeit des älteren Materials kleinere

Epidemien aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts übersehen worden sein.

2. Eine Abnahme der Epidemien des Kiefernspinners als Folge der seit 1865 mit durchschlagendem Erfolg in Anwendung gebrachten Bekämpfung durch den Leimring.
3. Daß die Epidemien nicht regellos über die untersuchte Zeitspanne verteilt sind, sondern daß sämtliche Schädlinge ungefähr gleichzeitig Perioden starker und umgekehrt geringer Vermehrung erkennen lassen.
4. Auf diese Weise ergeben sich „Schädlingsperioden", die eine durchschnittliche Dauer von 12 Jahren haben. Das Maximum der Epidemienzahl innerhalb einer solchen Periode ist im Durchschnitt um $^2/_3$ nach dem folgenden Minimum verschoben, so daß einer langsamen Zunahme der Epidemienzahl bis zum Maximum ein Steilabfall zu dem nächsten Minimum folgt.
5. Unter den Maxima der Epidemien zeigen einige (durchschnittlich jedes 3. Maximum) besonders hohe Werte (Hauptmaxima); ihr Abstand beträgt durchschnittlich 30 Jahre.
6. Die Maxima zeigen mit nur wenigen Ausnahmen eine große Übereinstimmung mit den Maxima der Sonnenfleckenhäufigkeit. Die Minima zeigen dagegen — infolge der verschiedenen relativen Lage der Maxima und Minima zueinander — eine Verschiebung in dem Sinne, daß die Sonnenfleckenminima in der Regel einige Jahre später liegen als die der Schädlingsepidemien.
7. Nach den Angaben der meteorologischen Literatur zeigt sich in dem terrestrischen Klima eine Periodizität, die der Sonnenfleckenhäufigkeit parallel läuft. Dieselbe äußert sich für das untersuchte Gebiet in dem Sinne, daß ein Sonnenfleckenmaximum von einem Temperaturmaximum begleitet wird, oder daß ihm doch ein solches mit kurzem Abstand vorausgeht, und daß ihm andererseits ein Temperaturabfall sehr bald folgt. Weiterhin geht dem Sonnenfleckenmaximum ein Minimum der Niederschlagsmenge mit geringem Abstand (2—3 Jahre) voraus. Die Sonnenfleckenminima sind dagegen durch relativ kühle und nasse Jahre ausgezeichnet.
8. Es liegt nach unseren seitherigen Kenntnissen über den Einfluß der klimatischen Faktoren auf die Massenvermehrung der Insekten durchaus im Bereich der Möglichkeit, daß die Schädlingsperioden in ihrem Verlauf durch die von der Sonnenfleckenhäufigkeit abhängigen Klimaperioden bestimmt werden, wie auch zahlreiche andere Äußerungen des organischen Lebens auf der Erde einen Rhythmus zeigen, der ganz offensichtlich mit der 11jährigen Sonnenfleckenperiode in ursächlichem Zusammenhang steht.
9. Die Hauptmaxima der Epidemien entsprechen vermutlich der auch in der Sonnentätigkeit kenntlichen Oberwelle von $33^1/_3$ Jahren, die sich gleichfalls im Klima der Erde äußert.

10. Aus der Kenntnis dieser Periodizität der Schädlingsepidemien ergibt sich die Möglichkeit einer Prognose der Epidemien über längere Zeiträume, die zwar zunächst nur sehr allgemeiner Art ist, aber trotzdem für die Praxis von Bedeutung sein kann.

Literatur.

Antevs, E., Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator. Eine Literaturzusammenstellung. Progressus rei botanicae, Bd. 5, 1917.

Baur, Fr., Die 11jährige Temperaturperiode in Europa in ihrem Verhältnis zur Sonnenfleckenperiode. Meteorol. Zeitschr. S. 289, 1922.

Berwig, W., Die Forleule in Bayern. Historisch-statistisch-klimatologische Betrachtung. Forstw. Centrlbl. Bd. 48, 1926.

Blunck, H., Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen. Bericht über die 4. Wanderversammlung Deutscher Entomologen in Kiel. Berlin 1930.

Bodenheimer, F. S., Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 12, 1927.

— — Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Centrlbl. Bd. 48, 1928.

— — A contribution to the study of the Desert Locust. Hadar Bd. 2, 1929.

— — Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 16, 1930.

— — Die Schädlingsfauna Palästinas. A. 1. Grundlegende Betrachtungen zur allgemeinen Ökologie und Epidemiologie. Monograph. z. angew. Entom. Nr. 10, S. 1—22. Berlin 1930.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 14, 1928.

Brückner, E., Klimaschwankungen seit 1700, nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Geogr. Abhandlungen Bd. 4, Wien 1890.

Carter, W., Ecological studies of the Beet Leaf Hopper. U. S. Dept. of Agriculture, Technical Bulletin Nr. 206. Washington 1930.

Defant, A., Wetter und Wettervorhersage. (Synoptische Meteorologie) II. Aufl., S. 328ff. Leipzig u. Wien 1926.

Douglass, A. E., Weather Cycles in Growth of Big Trees. Monthly Weather Review Bd. 37, S. 225, 1909.

Droste, B., Die 11jährige Sonnenfleckenperiode und die Temperaturschwankungen auf der nördlichen Halbkugel in jahreszeitlicher und regionaler Differenzierung. Meteorol. Zeitschr. S. 261, 1924.

Eidmann, H., Moderne Forstschädlingsbekämpfung. Forstarchiv Bd. 6, 1930.

— — Beobachtungen im bayrischen Forleulengebiet. Anz. f. Schädlingsk. Bd. 6, 1930.

Elton, C. S., Periodic fluctuations in the numbers of animals: their causes and effects. Brit. Journal of experim. Biology Bd. 2, 1907.

Escherich, K., Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstw. Centrlbl. Bd. 52, 1930.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie Bd. I. Ökologischer Teil, S. 204ff. Berlin 1930.

— — Noch einiges über die Ursachen stärkeren oder schwächeren Auftretens von Insektenarten. Anz. f. Schädlingsk. Bd. 6, 1930.

Fritz, Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. Leipzig 1893.

Hahn, Über die Beziehungen der Sonnenfleckenperiode zu den meteorologischen Erscheinungen. Leipzig 1877.

v. Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie 3. Aufl., S. 644ff. Leipzig 1915.
Hellmann, G., Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten. Berlin 1906.
Hewitt, C. G., The conservation of the wild life of Canada. Kap. IX. The periodic fluctuations of our fur bearing animals S. 213. New York 1921.
Humphreys, W. J., The origin of climatic changes. Nature Bd. 92, S. 479.
Janisch, E., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungsgröße der Umweltfaktoren auf Insekten. Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. der Tiere Bd. 17, 1930.
Johannson, O., Über den Zusammenhang der meteorologischen Erscheinungen mit den Sonnenfleckenperioden. Meteorol. Zeitschr. S. 145, 1905.
de Jong, W. H., Het voorspellen van Insectenplagen. Tydschr. Plantenziekten Bd. 32, 1926.
Kaniz, A., Temperatur und Lebensvorgänge. Berlin 1915.
Köppen, W., Über mehrjährige Perioden der Witterung. Österr. Zeitschr. f. Meteorol. S. 241 u. 257, 1873; S. 140 u. 183, 1881.
— — Lufttemperaturen, Sonnenflecke und Vulkanausbrüche. Meteorol. Zeitschr. S. 305, 1914.
Liznar, I., Über eine 33jährige Periode der Sonnenflecken. Meteorol. Zeitschr. S. 237, 1902.
Lockyer, N., Die Sonnentätigkeit 1833—1900. Meteorol. Zeitschr. S. 59, 1902.
Mecking, L., Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der 11jährigen Klimaperiode. Annalen der Hydrographie und marinen Meteorologie 1918.
Mielke, J., Die Temperaturschwankungen 1870 bis 1910 in ihrem Verhältnis zu der 11jährigen Sonnenfleckenperiode. Arch. d. Deutsch. Seewarte Nr. 3, 1913.
Pierce, W. D., A new interpretation of the relationships of Temperature and Humidity to insect development. Journ. Agr. Research Bd. 5, 1916.
Pringsheim, E., Physik der Sonne. Leipzig u. Berlin 1910.
Ritter, Fr., Die in Deutschlands Waldungen aufgetretenen schädlichen Insekten. Ein Literaturnachweis für die Jahre 1449—1926. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 14, 1929.
Sachtleben, H., Die Forleule, *Panolis flammea* Schiff. Monographien zum Pflanzenschutz Nr. 3. Berlin 1929.
Schuster, A., Sonnenfleckenperioden. Meteorol. Zeitschr. S. 310, 1906.
Seamans, H. L., Forecasting outbreaks of the Army Cutworm. (*Chorizagrotis auxiliaris* Grote). Entom. Soc. Ontario, Annual Report 1927.
Severin, G., Le scolyte de l'orme dans les plantations de la ville de Bruxelles. Bulletin de la soc. centrale forestière de Belgique S. 401, 1906.
Shelford, V. E., Laboratory and Field Ecology. London 1929.
Simroth, H., Über den Einfluß der letzten Sonnenfleckenperiode auf die Tierwelt. Verhandl. Deutsch. Zool. Gesellsch., 18. Jahresversamml. Stuttgart. Leipzig 1908.
Uvarov, B. P., Weather and Climate in their Relation to Insects. Conference of Empire Meteorologists, 1929. Agr. Sect. London 1929.
Wundsch, H., Beiträge zur Frage nach dem Einfluß von Temperatur und Ernährung auf die quantitative Entwicklung von Süßwasserorganismen. Zool. Jahrbücher, Abt. Allg. Zoologie Bd. 38, 1921.
Zederbauer, E., Klima und Massenvermehrung der Nonne. 1911.
Zweigelt, F., Der Maikäfer. Monographien zur angewandten Entomologie Nr. 9. Berlin 1928.
Zwölfer, W., Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Centrlbl. Bd. 50, 1930.

Zur Ökologie des Kohlweißlings (Pieris brassicae).

Von

K. Friederichs.

(Aus dem Entomologischen Seminar, Rostock.)

(Mit 5 Abbildungen.)

I. Wie sich der Fraß auf Kohlrübenfeldern verteilt.

Der Sommer 1929 brachte in Mecklenburg starken Schadfraß durch *Pieris brassicae*, und zwar auch auf Kohlrübenfeldern, während solche im Jahre 1930 wenigstens in der Rostocker Gegend nur selten ernstlich beschädigt wurden. Es fiel 1929 auf, daß der Schaden sich oft nicht gleichmäßig über das Feld verteilte, sondern nur eine Anzahl Reihen von Pflanzen an einem Rande kahlgefressen war, darauf noch einige schwächer befressene Reihen folgten und nach dem anderen Ende des Feldes zu der Schaden immer geringer wurde. Einige Fälle mögen genauer geschildert werden:

1. Schwaan, 9. Oktober. Das beschriebene Bild des Fraßes am Rande des Feldes war sehr deutlich bei Kohlrübenstreifen (Abb. 1), die an einen Südhang angrenzten, in dessen Mitte sich eine Chaussee und auf dessen Höhe sich ein Wald befand, so daß die ersten Kohlpflanzenreihen sehr geschützt lagen. Soweit die Kohlrüben auf den Hang hinaufreichten, waren sie kahl gefressen. Die anschließende Senke, aber auch eine Bodenerhebung, in welche sie sich fortsetzt, waren sehr wenig befressen. Weißkohl war unterschiedslos überall dort fast kahl gefressen, Rotkohl nicht. Gänzlich von den Raupen entblättert waren Kohlrüben auf Sand, die mit Spargelpflanzen in der Weise abwechselten, daß die Rüben auf den aufgeworfenen Wällen standen, die Spargelpflanzen in den Gräben. Die Raupen fraßen nach Entblätterung auch an den Rüben, an denen Erdraupen zugleich das Zerstörungswerk vollendeten. Es war hier und an anderen Stellen sehr deutlich, daß auf Sandboden bei Dürre, indem das Wachstum der Rüben zurückblieb, der Schaden sich ungemein vergrößerte, da die Pflanzen die verlorene Substanz nicht ersetzen konnten.

2. Gegend zwischen Penzin und Blankenberg, 14. Oktober. Mehrere parallel laufende Kohlrübenstreifen, durch andere Kulturen ge-

trennt, grenzten mit der Schmalseite an einen Waldrand. In diesem an den Wald grenzenden Teil waren sie kahlgefressen, sonst kaum beschädigt. Der Waldrand ist sonnig und liegt geschützt. In einem Winkel von 45° schräg gegenüber lag ein anderes Rübenfeld, auch dieses an Wald grenzend, aber nicht geschützt. Hier war außer in den ersten beiden Reihen und an einer etwas einspringenden geschützten Ecke kein merkbarer Fraß zu verzeichnen.

Ein riesiger Kohlrübenschlag, zum Teil in einer feuchten Niederung gelegen, aber zum Teil höher, überall nicht vor dem Winde geschützt, war im allgemeinen kaum angegriffen und nirgends sehr stark befressen. Unmittelbar angrenzend befand sich ein Tal, das nur nach einer Seite hin

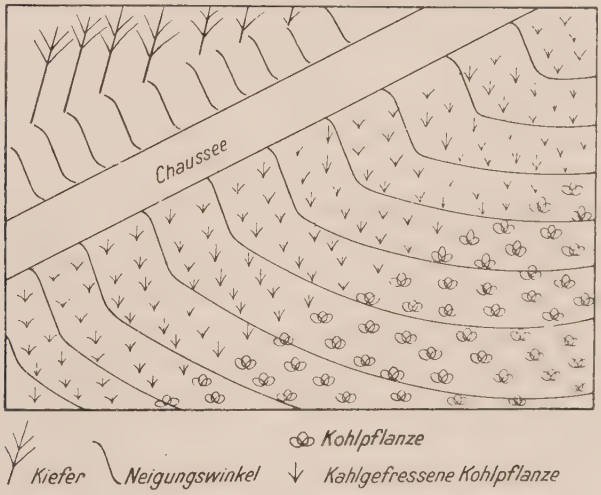


Abb. 1. Erklärung siehe im Text.

offen war. Ein kleiner Kohlrübenacker hier war kahlgefressen, ein anderer, am Eingang der Schlucht ungeschützt gelegener nicht.

3. Gegend zwischen Rostock und Roggentin, 8. Oktober. Es wurde festgestellt, daß, je kleiner das Kohlrübenfeld, um so öfter Kahlfraß eingetreten war. Allerdings handelte es sich in zwei Fällen nur um *Pieris rapae*.

4. Bützow, 25. September. Ein großes Kohlrübenfeld innerhalb einer großen, baumfreien Ebene (Wiesen) war praktisch wenig beschädigt, die Raupen meist schon verpuppt. Der Fraß verteilte sich ungleichmäßig über das ganze Feld, war aber am stärksten (zum Teil Kahlfraß) an dem Rande, wo sich in 75 m Entfernung Kiefernwald befand.

5. Heiligendamm, 29. September. Das erste, sehr große Kohlrübenfeld, das untersucht wurde, lag auf einer Anhöhe sehr nahe der See, allen Winden preisgegeben. Der Raupenfraß war kaum merklich, nur am Rande landeinwärts stärker, wo etwas Windschutz war. Benachbarte Kohlgärten,

ebenfalls im Windschutz, waren kahlgefressen, innerhalb einer Wiese aber nur mäßig befressen. In einer vor dem Winde einigermaßen geschützten Mulde, wo ein Kohlrübenfeld lag, war der Fraß daran ziemlich stark. Die weiter inlands gelegenen Felder in dieser Gegend waren nur schwach befressen.

Um zu erfahren, ob der stärkere Fraß am Rande auf Auswahl der betreffenden Pflanzen durch den Schmetterling oder auf Wanderung der Raupen beruht, wurden im Sommer 1930 entsprechende Untersuchungen gemacht. In der Versuchsgartenwirtschaft der Landwirtschaftskammer bot sich gute Gelegenheit dazu. Die Verteilung der Gelege in einer großen Anpflanzung von Weißkohl und Rotkohl ließ deutlich erkennen: erstens, daß die Reihen am Rande überhaupt stärker belegt waren, und zweitens, daß die durch Häuser und eine Bodensenkung vor dem Wind geschützte Lage eines Teils des Feldes dort die stärkste Belegung auf sich gezogen hatte. Ein anderes Feld, ohne starken Windschutz, war gleichmäßiger belegt, doch am stärksten an einem Rande, wo eine Hecke und ein Haus angrenzten.

Eine große Weißkohlpflanzung in dieser Gegend, auf freiem Felde liegend, dem Wind ausgesetzt, hatte auf 36 Pflanzen, wahllos herausgegriffen, 6 Gelege. Ein kleines nach Westen geschütztes Feld in der Nähe war sehr stark belegt, etwa 2 Gelege je Pflanze, ein anderes kleines, im freien Felde gelegenes praktisch frei von Gelegen.

Da die beobachteten Tatsachen mir auf Befragen von anderen Seiten bestätigt wurden, so können daraus — jedenfalls für unsere Gegend — folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Ränder von Anpflanzungen, wo die Kohlweißlinge ihre Eier ablegen, werden oft vor der Mitte bevorzugt. In ausgesprochenster Weise geschieht diese Bevorzugung, wenn der betreffende Rand irgendwie vor dem Winde geschützt und sonnig ist.

2. Je kleiner die Anpflanzung, desto stärker pflegt sie belegt zu werden.

Zur Erklärung dieses Verhaltens der Falter kann folgendes dienen: Sie sind sehr empfindlich gegen Witterungseinflüsse, bevorzugen daher den Windschutz. Nässe ist ihnen sehr gefährlich. In einem mannshohen Gazekäfig im Versuchsgarten des Entomologischen Seminars in Rostock gingen die darin eingeschlossenen etwa hundert Falter an einem regnerischen Tage zugrunde, obgleich durch ein dichtes Pflanzengewirr Gelegenheit zum Verstecken geboten war. In einer großen Wiesenebene wurde im Frühjahr die Beobachtung gemacht, daß die Falter an Grabenrändern Schutz gesucht hatten. In Ruhe am Spätnachmittag wurden ihrer viele an einem Südhang an Pflanzen angetroffen. Warum auch, abgesehen von geschützter Lage, Ränder oft mehr belegt werden, bleibt dabei freilich eine offene Frage. Vielleicht wird mancher Falter durch die erste Kohlpflanze, an die er beim Anfliegen gerät, zur Eiablage gereizt, weil er reife Eier hat.

Daß kleine Felder stärker belegt werden, hat offenbar seine nächste Ursache darin, daß von den herumfliegenden Faltern mehr auf die einzelne Pflanze kommen als in großen Anpflanzungen, vollends wenn es sich bei den großen Feldern um solche von mehreren Hundert Morgen Ausdehnung handelt. Verf. teilt überdies die ihm von Herrn Reg.-Rat Dr. Speyer, Stade, brieflich ausgesprochene Vermutung, daß es auf einem solchen großen Schlag den Faltern an Blütennahrung für sich selbst fehlt. Wir haben hier einen jener Ausnahmefälle von dem Prinzip der Schädlichkeit der Monokultur in bezug auf den Pflanzenschutz vor uns, wie Verf. deren mehrere in seinem Buch über die „Grundfragen" angeführt hat.

Praktisch ist zu schließen, daß in geschützten Lagen, insbesondere an Südhängen, und auf sandigem Boden größerer Schade zu erwarten ist und Maßnahmen zum Schutze der Pflanzen nötiger sind als anderswo, wenn man es nicht vorzieht, die Nahrungspflanzen des Kohlweißlings da anzubauen, wo sie weniger gefährdet sind. Diese Folgerungen gelten jedenfalls für den östlichen Teil des nordatlantischen Klimabezirks.

II. Einiges über vermehrungsbegrenzende Faktoren.

In der soeben genannten klimatischen Region, in der Rostock liegt, tritt zu Herbstbeginn in der Regel ein großes Sterben bei den Kohlweißlingsraupen durch *Entomophtora sphaerosperma*[1]) ein. Im Jahre 1929 jedoch, als während des Sommers ein mehr kontinentales Klima auch an unserer Küste herrschte, war diese Krankheit selten, und es gelangten viel mehr Raupen als in anderen Jahren zur Verpuppung. Erst im Vorrücken des Herbstes, nach stärkeren Niederschlägen um den 9. Oktober, konnte die Krankheit häufiger beobachtet werden, doch nicht in dem Umfange wie gewöhnlich. Gleichzeitig wurde eine ungemein starke Parasitierung der Puppen durch *Pteromalus puparum* beobachtet, wobei eine Puppengeneration von mehreren des Schmarotzers parasitiert wird, denn das Ausschlüpfen des *Pteromalus* wurde in sonnigen Mittagsstunden beobachtet.[2]) Setzen wir den Fall, daß ebenso, wie *P. brassicae* in unserem Küstenklima allgemein sehr unter der Pilzkrankheit zu leiden hat,[3]) sie im Binnenland mehr von *Pteromalus puparum* heimgesucht wird[4]) — von

[1]) Die Bestimmung verdankt Verf. Herrn Prof. Lacon in Hohenheim.

[2]) Und sie pflanzen sich dann alsbald weiter fort; man vergleiche das später genannte Experiment.

[3]) An der Mecklenburgischen Küste ist dies in ihrer ganzen Ausdehnung der Fall, wie ich 1930 feststellen konnte. Über die Gegend von Hamburg schrieb A. Selzer in Internat. ent. Monatsschr. 11, 1917/18, S. 226—227: „Der Kohlweißling geht hier fast jedes Jahr seiner fast vollständigen Vernichtung entgegen. Sehr häufig fliegt er hier im Frühjahr, selbst nach den raupenreichsten Jahren, nicht. . . ." Derselbe Autor führt dann weiter aus, daß die Falter in jedem Jahre wieder aufs neue zufliegen.

[4]) Vermutlich verhält es sich so, doch kann ich wegen der Lage meines Wohnortes das nicht feststellen.

Apanteles ganz abgesehen — so würde das in Übereinstimmung mit dem von W. C. Cook[1]) ausgesprochenen Grundsatz stehen, wonach im Kern des Massenverbreitungsgebietes eines Schädlings derselbe weitgehend durch Parasiten in seiner Vermehrung beschränkt werde, wogegen mehr peripher die Parasiten von geringerer Bedeutung seien und Gradationen häufiger durch Seuchen zusammenbrächen. Im Jahre 1929 näherten die klimatischen Verhältnisse bei uns im Sommer sich mehr denen des Binnenlandes als gewöhnlich.

Wie weit die Vernichtung durch *Entomophtora* gehen kann und in der Regel geht, erhellt aus folgendem: Ende September 1930 wurde an vielen Stellen, wo Bäume oder Mauern in der Nähe von Kohl oder Kohlrüben standen, nach Puppen gesucht. Nur drei typische Fälle seien angeführt:

1. Nur *Apanteles*-Kokons, keine *Pieris*-Puppen.

2. Dasselbe, dazu 1 pteromalisierte *Rapae*-Puppe. Im Jahre vorher waren an dieser Stelle, einer Mauer, sehr viele *Pieris*-Puppen gefunden worden.

3. Zahllose *Apantelis*häufchen selbst hoch in den Kronen der Chausseebäume. Die apantelisierten Raupen mußten zum Teil noch erstaunlich weit gewandert sein. Die erreichbaren Kokonhäufchen konnten auf mehrere Hundert geschätzt werden, die Zahl der erreichbaren *Brassicae*-Puppen betrug 3 gesunde, 8 abgestorbene („verjauchte"), 1 pteromalisierte.

Rechnet man nur 150 Kokonhäufchen, und das einzelne Häufchen zu 20 Kokons, so ergibt das 3000 *Apanteles*, d. h. dieser Parasit geht an dieser Stelle mit mindestens tausend mal so viel Individuen in den Winter als der Wirt. Zugleich erkennt man, wie außerordentlich wenig von den *Brassicae*-Puppen nur übrig bleiben kann, da der Winter sie weiter dezimiert.

Bemerkenswert ist auch, daß die apantelisierten Raupen mindestens zum Teil dem Pilz nicht zu erliegen scheinen, da es ihnen doch gelingt, die Bäume aufzusuchen zu einer Zeit, wo das Gros der nicht apantelisierten schon zugrunde gegangen ist und überall auf den Kohlblättern die breiig gewordenen, dann vertrockneten braunen Reste derselben zu finden sind. Dieser Punkt bedarf noch genauerer Untersuchung.

Dem Statistischen Amt in Schwerin verdanke ich die in Betracht kommenden klimatischen Mittelwerte von 1927, 1929 und 1930. Das Jahr 1927 war ein solches mit *Entomophtora*seuche (wie immer im September); das folgende Jahr scheidet aus dieser Betrachtung aus, weil Verf. sich vom September ab außerhalb Deutschlands aufhielt; 1929 nahm im September *Pteromalus* überhand, und 1930 war wieder ein Entomophtora-Jahr. Es galt, die Klimawerte hierzu in Beziehung zu bringen.

---

[1]) W. C. Cooks, A bioclimatic zonation for studying the economic distribution of injurious insects (Ecology, Vol. 10, 1929, S. 282—293).

Was zunächst die mittlere Lufttemperatur betrifft, so war sie im September — als der kritischen Zeit — 1929 um 1,4° höher als in den beiden anderen Jahren (Abb. 2). Hiernach sieht es so aus, als ob 1929 nur eine wenig größere Wärmezufuhr stattgefunden hätte. Man muß aber außerdem die durch Sonne in den Insektenkörper eingestrahlte Wärme in Betracht ziehen. Die Anzahl der Stunden mit Sonnenschein betrug 1927: 153,2; 1929: 202,3 und in 1930 mit seiner enormen *Entomophtora*-Epidemie nur 119,4.

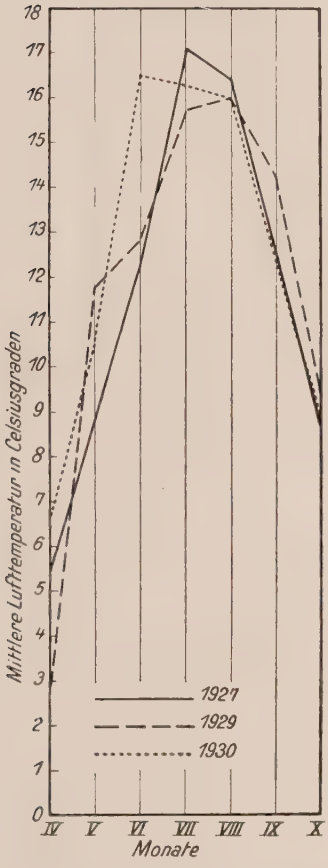


Abb. 2. Temperaturverlauf (Monatsmittel) April bis Oktober.

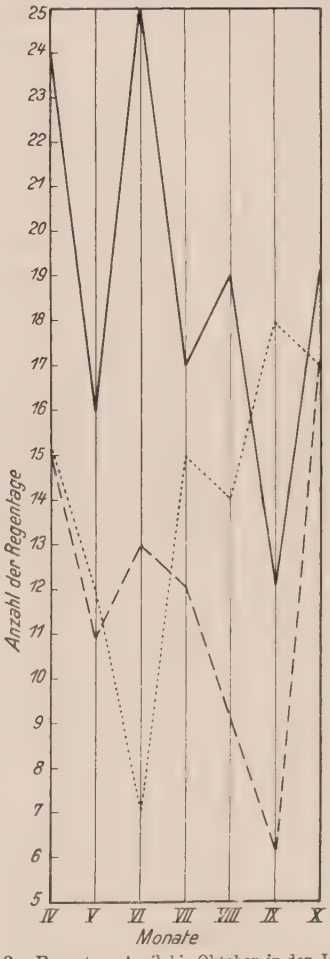


Abb. 3. Regentage April bis Oktober in den Jahren 1927, 1929, 1930. Zeichenerklärung wie in Abb. 2.

Mit der Feuchtigkeit liegt es umgekehrt. Die Anzahl der Regentage belief sich im September 1927 auf 12, 1929 auf 6, 1930 aber auf 18 (Abb. 3). Die Summe der Niederschläge war in 1927 gleichwohl nur gering: 46,16 mm; sie blieb sogar etwas hinter dem

15jährigen Mittel (52 mm) zurück (Abb. 4). Sie war aber 1929 noch niedriger: 35,32 mm, während sie 1930 auf 88,35 stieg. Auch die mittlere relative Luftfeuchtigkeit war verschieden (Abb. 5): 1927 und 1930: 84 %, 1929 aber nur 76 %. Es kommt hinzu, daß die trockene Periode 1929 nicht erst im September eintrat, sondern die Niederschläge blieben im Juli, August und September um 18,8 bezw. 48,0 und 13,4 mm hinter dem 15jährigen Mittel zurück. In 1930 dagegen waren die Niederschläge im Juli 93,9 mm, im August 18,4 mm und im September 35,3 mm höher als im 15jährigen Mittel. Sehr bezeichnend ist auch, daß, als im Oktober 1929 stärkere Niederschläge einsetzten, die Seuche alsbald in einem gewissen Maße einsetzte.

Da die starke Abhängigkeit der Pilzseuchen, auch anderer Seuchen, der Insekten von der Witterung bekannt ist, so sind wir zu der Annahme berechtigt, daß die für unsere Gegend abnormale Witterung im Sommer,

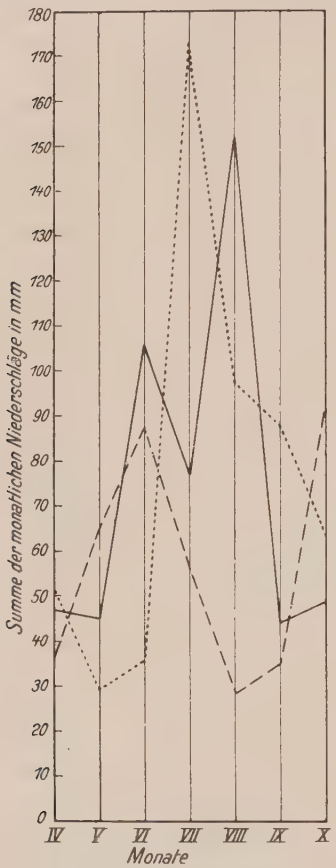


Abb. 4. Summe der Niederschläge April bis Oktober in den Jahren 1927, 1929, 1930. Zeichenerklärung wie bei Abb. 2.

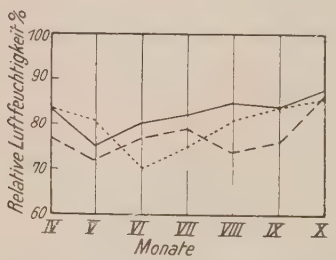


Abb. 5. Mittlere relative Luftfeuchtigkeit April bis Oktober in den Jahren 1927, 1929, 1930. Zeichenerklärung wie bei Abb. 2.

insbesondere im September 1929 *Pteromalus* begünstigt und *Entomophtora* unterdrückt hat. Und zwar scheint die Anzahl der Regentage ausschlaggebend zu sein, mit denen ja zugleich die Menge des Sonnenscheins und der durch ihn in die Raupen direkt eingestrahlten Wärme steigt und fällt. Hierzu fehlen freilich Experimente, wieweit diese Raupen sich dem Sonnenschein aussetzen oder entziehen, wie überhaupt mancherlei Experimente zur Ergänzung wünschenswert wären.[1]) Doch kommt es dabei

[1]) Unsere diesbezüglichen Einrichtungen waren und sind noch nicht fertig. Der Raum dafür wird zurzeit gebaut.

nicht allein auf die Raupen an, die zwar 1929 viel stärker als sonst auftraten, aber auch in den beiden anderen Jahren bis in den September hinein trefflich und zahlreich gediehen, sondern auch auf das Verhalten von *Pteromalus* und dem Pilz.

Warum ergreift die Pilzseuche die sich im Frühjahr entwickelnde 1. Generation nicht? Die Temperatur kann ebenso niedrig wie im September, die Regenmenge kann größer sein, auch die Anzahl der Regentage; die Luftfeuchtigkeit kann fast ebenso hoch sein. Hierbei spielt sicherlich die Volksdichte der Raupen eine Rolle, aber es kann außerdem aus irgendeinem Grunde, den wir nicht kennen, die 2. Generation physiologisch geschwächt, anfälliger sein.

Nicht geklärt durch die Klimatogramme wird auch die Frage, warum 1929 die zweite (vielleicht schon die erste Generation?) bei uns stärker als gewöhnlich war. Man muß ja auch mit Zuwanderung rechnen. Es wäre zu untersuchen, ob strenge Winter (1928!) auf gewisse Insekten gradationsfördernd einwirken.

Diese Untersuchungen sind zugleich ein treffliches Beispiel dafür, daß die Individuenzahl der Insekten grundsätzlich nicht durch das Klima allein, sondern durch dessen Zusammenwirken mit biotischen Faktoren bestimmt wird, also durch den Einheitsfaktor (da etwaige Variabilität endogener Faktoren hinzukommen mag). Obgleich das Klima 1929 zur kritischen Zeit ein beträchtlich von dem der Jahre 1927 und 1930 abweichendes war, wurde in allen drei Jahren die zweite *Brassicae*-Generation hinweggerafft: einmal durch *Pteromalus*, zweimal durch die Seuche; direkt bewirkend waren diese, auf das Klima verschieden reagierenden Faktoren. Das Klima tötet bei uns auch in Jahren wie 1930 die größeren Raupen nicht direkt ab; es bestimmt nur, ob sie der Seuche oder der Schlupfwespe zum Opfer fallen — wenn die angenommenen Zusammenhänge richtig erkannt sind.

Anders liegen die Dinge natürlich dann, wenn, wie es im Hochgebirge vermutlich der Fall ist, die 2. Raupengeneration restlos den frühen Nachtfrösten im Herbstbeginn zum Opfer fällt.

Das Schicksal der *P. brassicae* im Herbst gibt eine gute Gelegenheit zu einer grundsätzlichen Erörterung des Zusammenwirkens der Faktoren. Nach Thienemann[1]) gilt dabei das Gesetz des Minimums bezw. Pessimums: der pessimale Faktor gibt den Ausschlag für die Zahl der Überlebenden und von seiten des Tieres dasjenige Stadium, das diesem Faktor gegenüber das Empfindlichste ist. Von meiner Seite ist die Verkettung der Faktoren sehr betont worden, die gerade in diesem Falle sehr interessant in Erscheinung tritt. Der pessimale Faktor für die Raupen der 2. Generation ist hier im Küstenland in normalen Jahren der Pilz, aber nur unter dem Einfluß von Witterungsfaktoren. Haben diese letzteren

[1]) Friederichs, Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten Bd. 1, S. 102.

nicht einen solchen Wert, daß sie den Pilz begünstigen, sondern verändern sich nach der Richtung „schönes Wetter", so werden sie optimal für die Schlupfwespe *Pteromalus*, die dadurch ihrerseits zum pessimalen Faktor (für die Puppe) wird. Ferner sind die Witterungsfaktoren untereinander so verbunden, daß es schwer ist, einen bestimmten von ihnen als ausschlaggebend zu bezeichnen; wir sahen, daß die Anzahl der Regentage am wichtigsten erscheint, mit der aber zugleich die Sonnenscheindauer steigt und fällt, mit dieser die zur Verfügung stehende Wärmemenge und auch die Luftfeuchtigkeit. Der vorhin gebrauchte Ausdruck „Verkettung" der Faktoren ist somit unvollkommen, sie sind organisch miteinander (und dem Tier) verbunden.

P. brassicae geht also hier in normalen Jahren mit einer sehr geringen Puppenzahl in den Winter, und 1929 gelangten zwar sehr viele Raupen zur Verpuppung, wurden aber dann zum größten Teil parasitiert. Die große Zahl der mit *Pteromalus*-Larven gefüllten Puppenhüllen bot aber Gelegenheit zu der Untersuchung, wieviele Puppen, parasitiert oder nicht parasitiert, den Vögeln zum Opfer fallen. Das war leicht dort zu untersuchen, wo Kiefernwald an das Kohlrübenfeld angrenzt, weil dann die Stämme der Kiefern zur Verpuppung aufgesucht werden. An zwei Waldrändern wurden Einschnitte in die Rinde an jeder Stelle gemacht, wo eine Puppe (oder parasitenhaltige Puppenhülle) angeheftet war. Jeder Haufe von *Apanteles*-Kokons wurde durch einen Strich gelber Farbe markiert. Schon im Laufe des Oktober verschwanden an dem ersten Waldrand die markierten Puppen größtenteils, und es war an verbleibenden Resten zu erkennen, daß die Puppe von einem Vogelschnabel aufgehackt worden war. Eine Untersuchung am 25. April ergab, daß von 308 Puppen nur 3 erhalten geblieben waren. Diese waren aber parasitiert. Außerdem wurden 3 lebende, unparasierte Puppen gefunden, die wir nicht markiert hatten. Die gelben Marken der *Apanteles*-Kokonhäufchen wurden an 30 Stellen wiedergefunden. Davon waren 15 Häufchen ganz oder fast ganz vernichtet, weitere 15 ganz oder teilweise erhalten.

An dem anderen Waldrand wurden im Oktober 315 Puppen markiert. Untersucht wurde zuerst am 4. Dezember. Es wurden 28 lebende oder parasitierte Puppen unzerstört gefunden. Am 29. April[1]) aber waren alle diese Puppen ohne Ausnahme weggefressen, Reste davon aber oft noch vorhanden, an denen deutlich zu erkennen war, daß es sich um Vogelfraß handelte.[2])

Ein dritter Versuch bezog sich auf die Überwinterung von im Versuchsgarten aufgezüchteten Raupen, die sich im Herbst 1929 an den

---

[1]) Der Kohlweißling schlüpft hier erst im Mai und Juni aus der Puppe.

[2]) Im Herbst 1930 wurden auf der Rinde alter Linden bei Grevesmühlen viele *Apanteles*-Kokons und wenige *Pieris*-Puppen gesehen. Um Weihnachten wurde nichts weiter als 1 lebende Puppe daran gefunden.

Brettern des hölzernen Käfigs, der sie umgab, verpuppt hatten. Mit diesen Brettern wurde folgendermaßen verfahren:

1. Ein Teil der Bretter wurde im Freien, vor Feinden durch Stoffgaze geschützt, aufgestellt; schützen sollte dies vor allem vor *Pteromalus*. Aber am 23. April 1930 wurde festgestellt: es waren

2 lebend
56 parasitiert (*Pteromalus*)
78 anderweitig abgestorben.
136

Es war also nicht gelungen, die Parasiten auszuschließen.

2. Der zweite Teil der Puppen wurde durch weitmaschigen Draht nur gegen Vögel geschützt. Es waren am 23. April

9 lebend, 64 parasitiert, 57 anderweitig abgestorben, zusammen 130.

3. Der dritte Teil befand sich an einem Holzrahmen, der in einem Apfelbaum aufgehängt wurde. Es waren am 23. April

50 lebend, 7 von Vögeln angepickt, 5 parasitiert, 43 anderweitig abgestorben, zusammen 105.

Der Winter 1929/30 war bekanntlich milde. Stellt man die lebenden, die parasitierten und die „verjauchten" Puppen im Durchschnitt aller drei Versuche einander gegenüber, so erhält man die Verhältniszahlen 61 : 125 : 178, oder, wenn man beide Todesursachen zusammenfaßt 61 : 303 = etwa 1 : 5. In dem Klima eines milden Winters waren also etwa $^1/_5$ der Puppen am Leben geblieben. Es muß zugegeben werden, daß eine Raupe, die sich ihre Anheftungsstelle selbst sucht, oft geschützter überwintern wird.

Andere Parasiten als *Apanteles* und *Pteromalus* traten nur ganz vereinzelt auf. Diese beiden gehen jedenfalls hier immer in größerer und zuweilen in ungeheuer viel größerer Individuenzahl in den Winter als ihr Wirt und überstehen den Winter anscheinend auch besser. Wie sich das richtige Verhältnis, d. h. dasjenige das den Wirt bestehen läßt, im Frühjahr wieder herstellt, ist noch eine offene Frage.

Der Grad der Parasitierung durch *Pteromalus* wurde (1929) an Material, das an verschiedenen Stellen bei Rostock und Bützow gesammelt war, im Herbst festgestellt:

	Brassicae			Rapae		
	Gesund	Parasitiert	Abgestorben	Gesund	Parasitiert	Abgestorben
3 Stellen bei Rostock	22	69 (75,8 %)	1	12	83	42
Bützow (1) . . .	23	86 (78,9 %)	2	12	363	0
„ (2) . . .	15	128 (87,0 %)	4	—	5	1
	60	283 (82,5 %)	7	24	451 (94,94 %)	43

Es waren also 1929 von der Gesamtzahl der *Brassicae*-Puppen der 2. Generation 80,85 %, bei Nichteinrechnung der anderweitig abgestorbenen 82,5 % parasitiert; bei *Rapae* waren die Zahlen 87,65 und 94,94 %.

Um festzustellen, ob *Pteromalus* mehrere Generationen in einer Puppengeneration von *Brassicae* hervorbringt, wurden nicht parasitierte *Brassicae*-Puppen am 28. September 1929 mit frisch geschlüpften *Pteromalus* im Labor zusammengebracht. Diese Puppen wurden in der Tat wieder parasitiert.

Die Verhältnisse im Binnenland sind mir nicht aus eigener Anschauung bekannt. Doch erhielt ich einige Mitteilungen darüber von Herrn P. Rangnow sen., Berlin, als ich im Frühjahr 1928 Kohlweißlingspuppen von ihm bezog. Berlin liegt im subsarmatischen Klimabezirk, der kontinentales Klima hat. Ich erhielt Anfang März die Mitteilung, es werde schwer sein, Puppen zu beschaffen, da im Spätherbst das Gros von Schlupfwespen angestochen würde; sammle man die Puppen frühzeitig ein, so pflegten sie nicht angestochen zu sein; die Parasitierung (der meisten) erfolge demnach erst im Spätherbst. Auf Grund dieser und meiner Beobachtungen darf man schließen, daß auch dort mehrere Schlupfwespengenerationen (es handelt sich vermutlich um *Pteromalus*) noch im Herbst aufeinanderfolgen und die Puppen mehr und mehr parasitieren. Herr Rangnow schrieb weiter: „Wenn ein Kohlfeld am Waldrand liegt, so kriechen die Puppen Hunderte von Metern in den Wald hinein, um sich an den Bäumen zu verpuppen; dort bleiben sie parasitenfrei; die Schlupfwespen scheinen also den Wald zu meiden;[1]) auf den Rieselfeldern hier lassen sie nichts durch den Winter kommen, was nicht sich verborgen oder isoliert verpuppt hat."

Am 7. März sandte mir Herr R. etwa 150 lebende Puppen, von denen nur wenige parasitiert waren. Er hatte sie in der Umgegend Berlins an den Bäumen einer Pappel- und einer Ulmenallee gefunden. Aus all diesem wird deutlich genug, daß bei Berlin der gleiche Sterblichkeitsfaktor die meisten Herbstpuppen zum Erliegen bringt wie hier im Jahre 1929: Schlupfwespen. Auch im dortigen Klima kommen offenbar verhältnismäßig wenig Puppen durch den Winter; es müssen aber mehr sein als hier, denn man könnte bei uns nicht 150 meist gesunde Puppen im März an nur zwei Stellen einsammeln.

Bezüglich der Verpuppung des Kohlweißlings ist noch folgendes zu bemerken: An einer Stelle, wo der Waldrand 75 m entfernt war, wurden bis 30 m in den Wald hinein Puppen gefunden. Die am weitesten vom Felde entfernten Puppen waren also als Raupen mindestens 105 m gewandert und zwar zum Teil bis in die Kronenhöhe der Kiefern. Viele hatten sich am Gras des Waldbodens (aber nur am Rand des Waldes) verpuppt. Diese waren im Frühjahr restlos verschwunden. Offen bleibt die Frage, wie sich die Richtung der der Verpuppung vorhergehenden Wanderung bestimmt.

III. Flugzeit der 1. Generation.

Aus den überwinternden Puppen der 2. Generation schlüpfen die Falter vereinzelt erst im letzten Junidrittel aus. Als Höhepunkt der Fort-

[1]) Es bleibt zu untersuchen, ob die *Pteromalus* wirklich beschattete Stellen meiden. Unsere hier an Waldrändern gesammelten Puppen waren sehr stark parasitiert. Ob die Parasitierung tiefer hinein abnahm, ist mir nicht bekannt.

pflanzung der 1. Generation 1930 bei Rostock wurde Juliende festgestellt.[1] Sowohl in unserem als auch im Versuchsgarten der Landwirtschaftskammer wurde zu dieser Zeit die Zahl der Eigelege plötzlich sehr groß. Von 21 derselben wurde die Anzahl der Eier gezählt.

122, 39, 148, 80, 70, 72, 31, 200, 124, 33, 30, 70, 58, 90, 109, 52, 71, 102, 133, 107, 84. Zusammen 1825 Eier. Minimalzahl: 30. Maximalzahl: 200. Durchschnitt 87 (86,9).

IV. Nahrungspflanzen.

In einem Versuchsgartenfeld, das aus Wirsing, Weißkohl und Rotkohl bestand, wurde konstatiert, daß die erstere Sorte am stärksten belegt war, Weißkohl weniger und Rotkohl wenig. Gleichwohl wurde der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Rostock, wie ich auf Befragen erfuhr, am 4. Juli 1930 starker Fraß an 25 Morgen Rotkohl im Felde gemeldet.[2] Auch ist Rotkohl ohne Zweifel eine geeignete Nahrung für die Raupen, bei der sie sich gut entwickeln können. Im Versuchsgarten wurde folgender Versuch gemacht:

1 große	Wirsingpflanze	wurde mit	163	Eiern	der 2. Generation besetzt
1 „	Weißkohlpflanze	„ „	162	„	„ „ „ „ „
1 „	Rotkohlpflanze	„ „	163	Eiern	der 2. Generation besetzt, die an Weißkohl abgelegt waren
1 „	„	„ „	175	Eiern	der 2. Generation besetzt, die an Rotkohl abgelegt waren.
		Zusammen	663	Eier.	

Am Wirsingkohl wurden nach einigen Wochen 1 Puppe und 92 lebende Raupen gefunden,

am Weißkohl 70 lebende Raupen,
am Rotkohl I war bereits alles verpilzt,
am Rotkohl II aber 155 lebende Raupen vorhanden.

Um Mitte September befand sich:

am Wirsingkohl: 1 Puppe, sonst alles verpilzt,
am Weißkohl: alles verpilzt,
am Rotkohl I: alles verpilzt,
am Rotkohl II: 36 lebende Puppen.

Es hatten sich also aus 663 Eiern 37 Puppen entwickelt = 5,6 %, ein Ergebnis, das vermutlich viel günstiger ist als das allgemeine, da ja

[1] A. Hess (in Zeitschr. f. angew. Ent. Bd. 4, S. 332) schrieb betreffs der Schweiz: „Um den 1. August herum war (bei Bern) die Flugzeit überall auf dem Höhepunkt". Ferner: „In höheren Lagen ist der Kohlweißling beinahe gleichzeitig wie im Tiefland aufgetreten", was sich offenbar ebenfalls auf die neue, die schädliche Generation bezieht.

[2] Also Schadfraß durch die 1. Generation. Im ganzen lagen bei der Hauptstelle 1930 6 Meldungen von Schadfraß durch die 1. Generation vor (bis Ende Juli gerechnet), und zwar meist an Kohlrüben.

die Parasiten ganz ausgeschlossen gewesen waren. Die Puppen aber erwartet dann noch eine große Sterblichkeit im Winter, so daß die Seltenheit der Falter im Frühjahr sich leicht daraus erklärt.

Kohlrüben werden, wenn dem Falter die genannten Kohlarten zur Verfügung stehen, viel weniger reichlich belegt als diese. Im Jahre 1930 war erheblicher Schadfraß an Kohlrüben hier selten, bei der starken Gradation des Jahres 1929 jedoch häufig und auf Sandboden oft katastrophal.

Zweimal wurde bemerkt, daß die Raupen in Gärten an *Tropaeolum majus* (Kapuzinerkresse) fraßen. Auch Meerrettig (*Cochlearia armoracia*) wurde 1929 hier und da kahlgefressen, aber nur durch überwandernde Raupen nach Kahlfraß des Kohls, denn Pflanzen in der Nähe, die nicht an Kohl angrenzten, blieben ganz verschont.

Schlußbemerkungen.

Im Jahre 1929 veröffentlichte Verf. mit P. Steiner eine „erste Mitteilung" über die Bedeutung des Lichts für die Insektenentwicklung. Eine „erste Mitteilung" war es in der Tat auch insofern, als vorher über diesen Gegenstand so gut wie nichts bekannt geworden war. Aber auch diese Mitteilung, auf nur einem, allerdings umfangreichen (mit Tausenden von Raupen ausgeführten) Experiment beruhend, brachte, wie sich 1930 herausstellte, nur ein vorläufiges Ergebnis, denn die gleichen Versuche im Jahre 1930, zum Teil wieder mit *P. brassicae* ausgeführt, schienen bezüglich der Mortalität durch Lichtmangel die Ergebnisse des Jahres 1929 nicht zu bestätigen. Sie wurden mit der 2. Generation ausgeführt, daher durch das Auftreten der erwähnten Seuche arg gestört. Man kann bei uns, wie daraus ersichtlich, nur mit der 1. Generation schlüssige Ergebnisse erhalten, daher denn die Versuche im nächsten Jahre wieder aufgenommen werden müssen.

Ein merkwürdiges Resultat aber sei schon jetzt mitgeteilt: Diejenigen Raupen, die im Dunkel aufgewachsen waren, verblieben in diesem Jahre auch als Puppen im Dunkel. Einige starben ab, die übrigen, mehrere Dutzend, lieferten bis auf ein paar nach wenigen Wochen den Falter — nur sie, alle übrigen, am Licht aufgewachsenen und am Licht verbliebenen Puppen überwinterten als solche. Bevor Schlüsse aus diesem Versuch gezogen werden, wird er wiederholt und variiert werden müssen. Es ist ja immerhin denkbar — obwohl Eiräupchen des gleichen Geleges nach Möglichkeit auf verschiedene Käfige verteilt wurden — daß es sich um die Nachkommenschaft eines einzelnen trivoltinen Falters gehandelt haben könnte.

Die umfangreiche Literatur über den Kohlweißling ist in den vorstehenden Mitteilungen kaum berücksichtigt worden, da diese nicht abgerundet, sondern nur ein Einzelbeitrag zur Kenntnis eines unserer gemeinsten Schädlinge sein sollen, der trotz seiner Gewöhnlichkeit uns noch allerlei Rätsel aufgibt.

Zusammenfassung.

1. Im mecklenburgischen Küstenland wurde beobachtet, daß der Kohlweißling beim Ablegen der Eier oft die Ränder der Anpflanzungen vor der Mitte bevorzugt, in ausgesprochenster Weise diejenigen Ränder, welche

geschützt und sonnig liegen; der Falter selbst bedarf sehr des Schutzes gegen rauhe Witterung.

2. Je kleiner eine Anpflanzung ist, desto stärker pflegt sie belegt zu werden: eine Ausnahme von der Regel der Begünstigung der Schädlinge durch Monokultur. Es wird erörtert, wie sich das erklärt.

3. In der genannten Gegend ist in normalen Jahren der stärkste vermehrungsbegrenzende Faktor der Pilz *Entomophtora sphaerosperma*, der im September die Raupen hinwegrafft. Als jedoch 1929 das Klima in diesem Monat mehr kontinental war, blieb die Seuche aus, und die Raupen gelangten zur Verpuppung, um dann aber von der Schlupfwespe *Pteromalus puparum* auf ein Minimum reduziert zu werden. Mehr als eine Generation der Schlupfwespen schmarotzt in einer Generation von Kohlweißlingspuppen.

Ausschlaggebend für die Art des Zusammenbruchs der Gradation ist vor allem die Anzahl der Regentage im September. Die komplizierte Verbundenheit der verschiedenen Faktoren wird gekennzeichnet.

4. *Apanteles* geht hier immer und *Pteromalus* ging 1929 in gewaltig viel größerer Individuenzahl in den Winter hinein als der Wirt, dessen Anzahl im Herbst stets auf ein Minimum herabsinkt und dann im Winter noch eine große Sterblichkeit hat, auch durch Vögel, wie genau und zum Teil zahlenmäßig verfolgt werden konnte. Der Angriff der Vögel richtet sich zugleich auf die Schlupfwesen, deren es aber dennoch auch im Frühjahr zuerst viel mehr geben muß als Kohlweißlinge.

5. *Pteromalus puparum* parasitierte 1929 die Puppen der 2. Generation von *Brassicae* zu 80,85%, von *Rapae* zu 87,65% im Durchschnitt der untersuchten Fälle.

6. Angaben über die der Verpuppung vorausgehende Wanderung der Raupen.

7. Das Ausschlüpfen der *Brassicae* aus der Puppe dauert hier vom Mai bis zum letzten Junidrittel an. Eierzahl eines Geleges maximal 200, durchschnittlich 87.

8. Gewisse Kohlarten werden anderen vorgezogen, aber selbst an dem wenig beliebten Rotkohl kann starker Schadfraß vorkommen. Gelegentliche Futterpflanzen sind *Tropaeolum majus* und *Cochlearia armoracia*: an letztere werden aber keine Eier gelegt.

Über die Parasiten der Rohrglanzgrasgallmücke Mayetiola phalaris Barnes.

Von

Hans Blunck, Kitzeberg.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Kiel.)

Vor etwa 10 Jahren ging die Saatwirtschaft Randowbruch in Pommern zu Zuchtzwecken zur Anlage von Reinkulturen des Rohrglanzgrases *Phalaris arundinacea* L. über. Befriedigende Anfangserfolge führten bald zur Kultivierung des Grases auf größeren Flächen, bis im Jahre 1925 das Massenauftreten einer Gallmücke aus der Verwandtschaft der Hessenfliege einen schweren Rückschlag bewirkte. Die Larven der Mücke zerstörten dort, wo das Gras in Reinkultur stand, die Mehrzahl der jungen Triebe, so daß es nicht zum Schossen und zur Fruktifikation kam. Da der Befall sich zu wiederholen drohte, sah sich die Saatwirtschaft zu Umstellungen in der Kulturmethodik gezwungen.

Auf Anregung des Betriebsleiters, Herrn Administrator Breithaupt, befaßte ich mich mit der Feststellung der Art des Schaderregers und bezog zu dem Zweck im März 1926 aus Borken im Randowbruch Stoppeln des Rohrglanzgrases, die einer besonders schwer von der Mücke mitgenommenen Fläche entnommen waren. Die Aufzucht der äußerst zahlreich hinter den Blattscheiden überwinternden Scheinpuppen der Mücke ergab, daß es sich nicht, wie ich anfangs vermutete, um die Hessenfliege *Mayetiola destructor* Say, sondern um eine sehr nahe verwandte Art handelte, die inzwischen auf meine Bitte von H. F. Barnes B. A. Oxford als *Mayetiola phalaris* benannt und beschrieben ist.[1]) Die Untersuchung einer Stichprobe der Mückenpuparien ergab weiter eine auffallend starke Parasitierung des Materials durch Chalcidier, Proctotrupiden und Ichneumoniden. Ich zog die Schmarotzer auf, erwirkte ihre Determinierung durch die Herren Prof. Dr. L. Biró, Budapest, Ch. Ferrière, London, und Abr. Roman, Stockholm, denen ich ebenso wie Herrn Barnes auch

[1]) Barnes, H. F. (A new Gall Midge [*Mayetiola phalaris* sp. n.] reared from *Phalaris arundinacea*. In: Zeitschrift f. angewandte Entomologie 1928, Bd. 13, Heft 2, S. 375–377.)

an dieser Stelle für ihre Bemühungen bestens danke, und teile nachstehend unsere Befunde mit.

Aus einem umfangreichen, um den 20. März 1926 in Borken eingetragenen, ab 23. März in Kiel in geheiztem Laboratorium gehaltenen Material von *Phalaris*-Stoppeln wurden ca. 2000 Cecidomyiden-Puparien herausgelesen. Von diesen wurden 524 zwischen dem 23. März und dem 1. April präpariert. Der Rest wurde zwecks Aufzucht in Petrischalen mit von Zeit zu Zeit schwach angefeuchtetem Fließpapier untergebracht.

Die Präparation der 524 Scheinpuppen ergab folgendes Bild:

	Stückzahl	Prozent
Lebende Gallmückenlarven	3	0,6
Lebende Gallmückenpuppen in versch. Altersstadien	17	3,2
Lebende Gallmückenlarven mit lebenden Entoparasiten (Proctotrupiden und ? Chalcidier), und zwar Embryonen und Larven, darunter eine Mückenlarve mit lebenden Nematoden	8	1,5
Lebende Parasitenlarven (Proctotrupiden und ? Chalcidier) neben den Resten toter Wirtslarven frei im Kokon	15	2,9
Lebende Proctotrupiden- und ? Chalcidier-Puppen .	48	9,2
Abgestorbene Parasitenpuppen u. -kokons (? Proctotrupiden- und ? Chalcidier-Puppen)	11	2,1
Tote Proctotrupiden (Imagines)	7	1,3
Tote Chalcidier (Imagines)	11	2,1
Leere Scheinpuppen mit Parasiten-Schlupfloch . .	44	8,4
Gefüllte Scheinpuppen mit aus unbekannten Ursachen abgestorbenem Inhalt, zum Teil mechanisch verletzt	360	68,7
	524	100,0

Somit bargen nur 3,8% des Materials lebende Mückenbrut. 27,5% waren dagegen parasitiert und der Rest war aus unbekannten Ursachen, wahrscheinlich zum Teil auch infolge Parasitenbefalls, abgestorben. Die lebenden Scheinpuppen haben einen starken Glanz und sind weiter daran kenntlich, daß der hintere, spitze Pol im Bereich von etwa 3 Körpersegmenten durchscheinend hell ist, weil der Bewohner den Raum nicht ganz ausfüllt. Plattgedrückte und verbogene Scheinpuppen bargen oft lebende Mückenpuppen und Parasiten. Die toten Puparien waren von den lebenden durch gleichmäßig tief-dunkelbraune Färbung und das Fehlen des Glanzes unterschieden. Sie wirkten verstaubt.

Die Mücken befanden sich in verschiedenen Stadien der Entwicklung. Neben 3 Mückenlarven fanden sich 17 Puppen, die teils erst frisch zur Puppe gehäutet und noch blaßgelb waren, zum Teil aber auch schon die intensiv rote Färbung des Hinterleibs der lebenden Mücke und dann

gleichzeitig geschwärzte Extremitäten und Flügelscheiden zeigten, also kurz vor dem Schlüpfen standen. Geschlüpfte Mücken fanden sich noch nicht. Die erste erschien — augenscheinlich unter dem Einfluß der hohen Temperatur des Warmlabors vorzeitig — am 8. April. Die Puppen liegen in der Scheinpuppe mit dem Kopf dem Hinterende ihres Gehäuses zugekehrt und sprengen dieses hier in einem seitlichen Spalt, um sich aus der Öffnung ganz oder großenteils herauszuschieben. Erst dann schlüpft aus der glashellen, nicht in sich zusammenfallenden Puppenhaut die Mücke.

Chalcidier und Proctotrupiden. Viele Individuen, und zwar wahrscheinlich Proctotrupiden, sind schon vor dem Eintragen des Materials im Freiland geschlüpft, vielleicht zum Teil schon im Herbst des Vorjahres. Die kreisrunden Schlupflöcher mit gezackten Rändern fanden sich sowohl an den Polen der Puparien wie an andern Stellen. Jede Scheinpuppe trug nur 1 Schlupfloch. Außer den verlassenen Puparien fanden sich bei der Präparation solche mit tiefschwarzen, also schlüpfreifen, und blaßgelbe, also unentwickelte, Parasitenpuppen sowie -larven, letztere in geringer Zahl. Die Puppen lagen sowohl bei den Proctotrupiden wie bei den Chalcidiern in einer braunen, papiernen Hülle. Stets fand sich nur eine Parasitenpuppe je Puparium. Nur einmal lag neben einem toten, geschrumpften Proctotrupiden eine lebende Parasitenlarve. Dagegen fanden sich wiederholt in der Scheinpuppe noch lebende Gallmückenlarven mit mehreren, und zwar 1—5, jugendlichen Proctotrupiden- oder Chalcidierlarven bezw. -embryonen. Es scheint sonach, daß die Wespen ihren Wirt mit mehreren Eiern beschicken, daß diese auch zunächst zu mehreren in die Entwicklung eintreten, in der Folge aber bis auf einen, der die Entwicklung vollendet, absterben.

Aus den in Kultur genommenen Mückenpuparien schlüpften: *Mayetiola phalaris* Barnes, die Proctotrupiden *Trichacis remulus* Wlk., *Polygnotus minutulus* D. T., und *Platygaster hiemalis* Forbes, die Ichneumonide *Phygadeuon monodon* Thm., und die Chalcidier *Semiotellus destructor* Say, *Meraporus graminicola* Wlk., *Entodon metallicus* Nees sowie *Tetrastichus Rileyi* Lind.

Mayetiola phalaris Barnes.

Die Schlüpfzeit erstreckte sich vom 8. April bis zum 7. Mai und brachte 32 Männchen und 45 Weibchen. Sie dürfte auch im Freiland nicht kürzer sein. Überliegen wurde nicht beobachtet. Die Puparien blieben bis zum 10. November 1927 in Beobachtung, waren bei der dann vorgenommenen Präparation aber sämtlich leer (Inhalt geschlüpft) oder abgestorben. Beide Geschlechter erschienen etwa gleichzeitig. Etwa 75% der Mücken schlüpften während der Nachtstunden. Durch kräftiges Anfeuchten der Puparien nach längerer Trockenheit konnten die Tiere aller-

dings auch am Tage zum Verlassen der Scheinpuppe bestimmt werden. Sie flogen in der Dämmerung lebhaft umher. Sechs frischgeschlüpfte Weibchen wurden auf den Zustand der Geschlechtsdrüsen präpariert. Sie bargen 518, 399, 361, 289, 374 und 121 untereinander genähert gleichgroße und wohl genähert legereife Eier, die sich etwa zu gleichen Hälften auf die beiden Ovarien verteilten (extremer Fall: erstes Ovar 190 Eier, zweites Ovar 209 Eier). Die Eier sind langspindelförmig (0,65—0,67: 0,08 mm). Wenn die von Reh (Sorauer, Bd. 5, 1928, S. 69) mit 100 bis 150 angegebene Eizahl der Hessenfliege den wirklichen Durchschnittswerten entspricht, kann somit *Mayetiola phalaris* mehr Eier zur Ablage bringen als *M. destructor*. Im Randowbruch begann die Eiablage 1926 nach einer mir zugegangenen Meldung in der ersten Maihälfte. Die mir übersandten Gelege auf *Phalaris*-Blättern zeigten keine Unterschiede gegenüber denen der Hessenfliege.

Trichacis remulus Wlk.

Der Parasitenreigen wurde von der Platygastrine *Trichacis remulus* Wlk. eröffnet. Sie hatte ihre Schlüpfzeit schon am 6. April und damit vor dem Tage beendet, an dem die ersten andersartigen Schmarotzer folgten. Ich bekam nur etwa $^1/_2$ Dtzd.[1]) Individuen dieser Art zu Gesicht. Wahrscheinlich sind die schon vor dem Eintragen des Materials im März geschlüpften Parasiten hierher und vereinzelt auch auf *Polygnotus minutulus* D. T. zu beziehen.

Polygnotus minutulus D. T.

Die zweite Platygastrine wurde von Biró auf *Polygnotus minutulus* D. T. syn. *minutus* Lind. 1887 bezogen. Sie erschien am 13. April mit 1 Weibchen, fehlte dann aber bis zum 13. Mai, um nunmehr sporadisch in beiden Geschlechtern während der ganzen Schlüpfzeit aller übrigen Parasitenarten und darüber hinaus von Zeit zu Zeit in einigen Stücken aufzutauchen. Insgesamt erzog ich etwa 20 Männchen und Weibchen dieser Art. Die letzten Individuen, und zwar nur Weibchen, schlüpften Ende Juni und Anfang Juli.

Ich spreche nach diesen Befunden *Trichacis remulus* und *Polygnotus minutulus* als Parasiten und nicht als Hyperparasiten von *Mayetiola phalaris* Barnes an.

Platygaster hiemalis Forbes.

Während das Gros des Proctotrupiden-Materials zusammen mit den Chalcidiern von Herrn Professor Biró bestimmt wurde, nahm sich der

[1]) Exaktere Angaben sind mir hier und auch an anderen Stellen, wo es sich um Individuenzahlen handelt, nicht möglich, weil mir das Material aus Budapest nicht vollständig — von 165 fehlten 59 Individuen — und zum Teil nur ohne die das Schlüpfdatum enthaltenden Begleitzettel wieder zugeleitet werden konnte.

am 25. Mai, 18., 19. und 22. Juni geschlüpften Stücke Herr Professor Ferrière an. Er kam zu dem Ergebnis, daß es sich um Vertreter der Gattung *Platygaster* im Sinne Kieffers (kurze Labialpalpen) handelt, daß sie aber mit keinem europäischen Vertreter dieser Gattung übereinstimmen. Dagegen ließen sich die von mir erzogenen Stücke — es handelt sich um 3 Männchen und 7 Weibchen — nicht von der amerikanischen Art *Platygaster hiemalis* Forbes unterscheiden, die dort häufig in *Mayetiola destructor* parasitiert. Ferrière glaubt daher, das Material auf diese Art beziehen zu dürfen, läßt aber die letzte Entscheidung offen, da er bei der Bearbeitung keine amerikanischen Stücke von *Platygaster hiemalis* Forbes zur Hand hatte. Ein von Ferrière auf meine Bitte hin dankenswerterweise durchgeführter Vergleich mit dem von Biró bearbeiteten Material ergab, daß es sich bei den von Ferrière auf *Platygaster hiemalis* Forbes und von Biró auf *Polygnotus minutulus* D. T. bezogenen Stücken um Vertreter einer und derselben Art handelt. Der Färbung nach passen die von mir erzogenen Stücke besser zu *Pl. hiemalis* Forbes. Die Entscheidung, welcher Determination der Vorzug zu geben ist, wird aber so lange zurückgestellt werden müssen, bis ein Vergleich mit den Typen möglich ist.

Phygadeuon cf. monodon Thm.

Das Schlüpfdatum des einzigen zur Beobachtung gekommenen Individuums — Ichneumoniden treten nach Roman (briefliche Mitteilung) nur selten als Schmarotzer von *Mayetiola* auf — liegt mit dem 18. April unmittelbar nach dem Erscheinen der ersten Chalcidier. Das Tier, ein Männchen, wurde — wie mir schien, durch starkes Anfeuchten des Wirtspupariums — zum Verlassen der Puppe bestimmt.

Semiotellus destructor (Say) Fitch.

Ceraphron destructor Say, Journ. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 1, 1817, S. 45.[1])
Ceraphron destructor Kollar, Naturgesch. schädl. Ins. Wien 1837, S. 134.

[1]) Die Synonymie von *Semiotellus destructor* (Say) Fitch., *Entodon metallicus* Nees und *Meraporus graminicola* Walk. wurde von Herrn Prof. Biró ausgearbeitet und mir mit der Genehmigung zur Veröffentlichung freundlichst zur Verfügung gestellt. Für seine Mühewaltung sei ihm besonders gedankt. Ich habe die Angaben unverändert übernommen. Über die Gattung *Semiotellus* äußert sich Biró brieflich am 12. Mai 1928 noch wie folgt: „Ein Blick auf *Semiotellus* und *Merisus* (*Homoporus*) genügt, um sich zu wundern, daß diese verwechselt werden konnten! *Semiotellus* ist mit seinen durchgehenden scharfen Parapsidenfurchen, abgerundeter Fühlerkeule und 12gliedrigen Fühlern von *Merisus* (*Homoporus*) grundverschieden, welch letzterer am Mesonotum nur schwach angedeutete Furchen, 13gliedrige Fühler, scharf zugespitztes Endglied der Fühler besitzt und durch den Mangel von Spiracularfurchen der besonderen Tribus *Merisini* angehört. Nach den dürftigen Beschreibungen konnte selbst der ausgezeichnete Systematiker Dalla Torre *destructor* Say nicht an die richtige Stelle setzen und führte die Art im Cat. Hymenopt. Bd. V (Chalcididae 1897) in beiden Gattungen nebst allen ihren Synonymen auf. Jetzt können wir nun nach den gezüchteten Exemplaren die Art endgültig in die Gattung *Semiotellus* Westw. setzen."

Ceraphron destructor Westwood, Introc. mod. Classif. Insect. II, 1840, S. 160.
Eurytoma destructor Harris, Rep. Ins. Massachusetts, 1841, S. 432.
Pteromalus destructor Curtis, Journ. Roy. Agric. Soc. VI, 1846, S. 139.
Raphitelus (Shorthygocerus) destructor Harris, Rep. Ins. Massachusetts 2nd ed. 1852, S. 586.
Ceraphron destructor Leconte, Writ. of Th. Say, Entom. II, 1859, S. 6.
Semiotellus destructor A. Fitch, Trans. State Agric. Soc. f. 1861, 1862, S. 827.
Ceraphron destructor Kaltenbach, Pflanzenfeinde, 1874, S. 741.
Semiotellus destructor Packard, 9th Rep. U. St. Geol. Geogr. Surv. f. 1875, 1877, S. 696, f. 3.
Semiotellus destructor Packard, 3. Rep. U. S. Ent. Commiss. III, 1883, S. 216, f. 1.
Ceraphron destructor Howard, Psyche Boston, IV, 1884, S. 206.
Merisus destructor Riley, Amer. Natur. XIX, P. II, 1885, S. 1164.
Merisus destructor Riley, Proc. U. S. Nat. Mus. VIII, P. 26, 1885, S. 413 tab.
Semiotellus destructor Forbes, 14th Rep. St. Ent. Illinois, f. 1884, 1885, S. 44.
Merisus intermedius Lindemann, Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou (2) 1, 1887, S. 179, fig. 1.
Semiotellus (Merisus) destructor Ormerod, The Entomologist, XX, 1887, S. 318.
Merisus destructor Enock, Trans. et Proc. Ent. Soc. London 1888, S. XXII.
Merisus destructor Marchal, Ann. Soc. Ent. France, LXVI, 1897, S. 83 et 94.
Merisus destructor Ashmead, Psyche Boston, VIII, 1897, S. 135.
Merisus destructor Dalla-Torre, Catal. Hym. V, Chalcid. 1898, S. 90.
Merisus intermedius Dalla-Torre, Catal. Hym. V, Chalcid. 1898, S. 90.
Semiotellus destructor Dalla-Torre, Catal. Hym. V, Chalcid. 1898, S. 211.
Merisus destructor Say (*intermedius* Lind.) Pospjelow, Illustr. Ztschr. Ent. V, 1900, S. 262, fig. 5.
Semiotellus destructor Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. 97, fasc. 1909, S. 281.
Merisus destructor Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. 97, fasc. 1909, S. 364.
Merisus intermedius Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. 97, fasc. 1909, S. 364.
Merisus destructor Say (*intermedius* Lind.) Kurdjumow, Mess. Ent. Kiew, II, 1915, S. 1, fig. 3.

Von den Chalcidiern erschien diese, nach Biró in Europa, Westasien und Westamerika beheimatete Microgasterine zuerst. Beide Geschlechter traten gleichzeitig am 18. April erstmalig auf. Die Männchen fehlten schon ab 27. April wieder in den Reihen der Neuerscheinenden, während vereinzelte Weibchen sich bis in den Mai (7. und 20. Mai) zeigten. Insgesamt schlüpften 7 Männchen und 16 Weibchen.

Meraporus graminicola Walk.[1])

Meraporus graminicola Walker, Entom. Magaz. II, 1834, S. 299. ♂ ♀.
Meraporus alatus Walker, Entom. Magaz. II, 1834, S. 300. ♂.

[1]) Über diese Art äußert sich Biró im Schreiben vom 12. Mai 1928 wie folgt: „Die durch Sie gezüchteten Parasiten der Hessenfliege bringen endlich Klarheit über diese bisher immer verkannte und mißverstandene Art, welche von den Amerikanern so hartnäckig zu *Merisus* (*Homoporus*) oder *Merisus* (*Baeotomus*) gestellt wurde, ohne daß man es wagen durfte eine Mißdeutung vorauszusetzen. Nur jetzt, als ich die Identität Ihrer deutschen gezüchteten Exemplare mit jener der in Frankreich durch Marchal gezüchteten von *Merisus* (*Baeotomus*) *coxalis* Ashmead feststellen konnte, kann ich beweisen, daß diese nichts anderes sind als der in Europa weit verbreitete und nach im Freien gefangenen Exemplaren beschriebene und längst bekannte *Meraporus graminicola*. — Zur Geschichte der Art gehört, daß Walker in seine Gattung *Meraporus* (1837)

Meraporus exiguus Walker, Entom. Magaz. II, 1834, S. 301. ♂.
Meraporus graminicola Blanchard, Hist. Nat. Insect. III, 1840, S. 270.
Meraporus graminicola Westwood, Introd. mod. Classif. Ins. II, 1840, Syn., S. 70.
Meraporus graminicola Curtis, Journ. Agric. Soc. VII, 1846, S. 97, Tab. fig.
Meraporus graminicola Förster, Hym. Stud. II, 1856, S. 68. ♀.
Pteromalus micropterus Förster, Prog. Realschul. Aachen, 1861, S. 36. ♀.
Pteromalus (*Meraporus*) *graminicola* Thomson, Hymen. Scandin. V, 1878, S. 152. ♂ ♀.
Merisus (*Homoporus*) *subapterus* Riley, Proc. U. S. Nat. Mus. VIII, S. 27, 1885, S. 416, fig. ♂ ♀.
Pteromalus fulvipes Forbes, 14th Rep. State Ent. Illinois 1885, S. 47. ♂ ♀.
Merisus (*Homoporus*) *subapterus* Riley, Amer. Natural. XIX, P. 11, 1885, S. 1104.
Merisus intermedius var. *micropterus* Lindemann, Bull. Soc. Imp. Moscou (2) 1, 1887, S. 182.
Merisus intermedius var. *micropterus* Ormerod, The Entomol. London 1887, S. 317.
Boeotomus coxalis Ashmead, Psyche Boston, VIII, 1897, S. 135. ♂ ♀.
Baeotomus coxalis Marchal, Ann. Soc. Ent. France, LXVI, 1897, S. 83.
Homoporus subapterus Dalla-Torre, Catal. Hym. V. Chalcid. 1898, S. 91.
Meraporus exiguus Dalla-Torre, Catal. Hym. V. Chalcid. 1898, S. 107.
Meraporus graminicola Dalla-Torre, Catal. Hym. V. Chalcid. 1898, S. 107.
Meraporus exiguus Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. fasc. 97, 1909, S. 335.
Meraporus graminicola Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. fasc. 97. 1909, S. 335.
Homoporus subapterus Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. fasc. 97, 1909, S. 363.
Merisus subapterus (Ril.) Girault, Societas Entom. Zürich 1916, S. 44 (redescr.).

Diese nach Biró (briefliche Mitteilung vom 12. Mai 1928) in Europa, Westasien und Westamerika vorkommende Pteromaline wurde ab 27. April in den Kulturen beobachtet. Flügellose Weibchen schlüpften in Anzahl (etwa 8) bis 7. Juni, 1 Weibchen mit rudimentären Flügeln *(graminicola* Walk.) erschien am 21. Mai, geflügelte Weibchen *(alatus* Walk.) wurden in je einem Stück am 6., 20. und 25. Mai festgestellt. Männchen bekam ich nur am 27. Mai in einem Stück zu Gesicht.

Entedon metallicus Nees.[1])

Eulophus metallicus Nees, Ichneum. affin. Monogr. II, 1834, S. 176 ♂ ♀.
Entedon Epigonus Walker, Monogr. Chalcid. I, 1839, S. 112 ♂ ♀.

---

zwei Arten stellte, nämlich *alatus* (mit vollständigen Flügeln) und *graminicola* (mit winzigen Flügeln). Thomson (1875) zog beide als sehr veränderliche Art unter dem Namen *graminicola* zusammen. Die *alata*-Form ist selten, desto häufiger sind die subapteren Formen so im Freien als auch in Zuchten zu finden, womit die später entstandenen Namen *subapterus*, *intermedius* und *micropterus* erklärlich sind. Ashmead war die grüne Hüfte auffallend, weswegen er die Art *coxalis* nannte, weil beim genannten *Baeotomus* die hellen Hüften als Gattungscharakter bekannt waren. Die Veränderlichkeit der Flügel zeigen auch die Exemplare Ihrer Zucht, welche alle Größenunterschiede der Flügel aufweist. Bemerkenswert ist, daß die ♂ verkümmerte Flügel haben. — Aus Nordamerika wurden mehrere *Meraporus*-Arten beschrieben, aber schon Kurdjumow verweist (Revue Russe D'Ent. XIII, 1913, S. 7) darauf, daß diese keine *Meraporus* sein können. Dieser Umstand erklärt die falsche Deutung der amerikanischen Autoren."

[1]) Biró schreibt mir im Brief vom 12. Mai 1928 zu dieser Art: „Die zweite noch öfters unter *Semiotellus* erwähnte Art (*nigripes* Lind.) spielt als *Entedon epigonus* Walk. noch häufig die Rolle einer selbständigen Art, obwohl sie schon längst synonymiert wurde. Walker selbst (1848) erkannte, daß diese mit *metallicus* Nees identisch ist."

Entedon metallicus Walker, List Hym. Brit. Mus. Chalcid. II, 1848, S. 136.
Semiotellus nigripes Lindemann, Bull. Soc. Imp. Moscou (2) I, 1887, S. 185, f. 3.
Semiotellus nigripes Forbes, Insect Life IV, 1891, S. 179.
Semiotellus nigripes Ormerod, The Entomologist. London 1887, S. 317.
Entedon epigonus (*Semiotellus nigripes*) Howard, Insect Life VII, 1895, S. 356, fig. 3—6.
Entedon metallicus Dalla-Torre, Catal. Hym. V. Chalcid. 1898, S. 40.
Semiotellus nigripes Dalla-Torre, Catal. Hym. V. Chalcid. 1898, S. 212.
Entedon epigonus Pospjelow, Illustr. Ztschr. Entom. V, 1900, S. 263, Fig. 6.
Entedon epigonus Pospjelow, Choziajstro Kiew II, 1907, S. 152.
Semiotellus nigripes Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. 97 fasc., 1909, S. 281.
Entedon metallicus Schmiedeknecht, Genera Ins. Chalcid. 97 fasc., 1909, S. 440.

Zahlenmäßig war dieser nach Biró (briefliche Mitteilung vom 12. Mai 1928) bislang in Deutschland, Großbritannien und Rußland nachgewiesene Chalcidier am stärksten in der Parasitenreihe vertreten. Die strahlend blaue Eulophine wurde von Herrn Diplomlandwirt Endemann schon im März 1926 in einem Stück im Randowbruch aus einem Puparium von *Mayetiola phalaris* Barnes erzogen und mir zur Determinierung zur Verfügung gestellt, erschien in meinen Kulturen aber erst verhältnismäßig spät, nämlich ab 4. Mai, um dann allerdings bald gehäuft aufzutreten. Beide Geschlechter zeigten sich gleichzeitig und beendeten ihre Schlüpfzeit zusammen am 31. Mai, also verhältnismäßig früh. Ich zählte 39 Männchen und 28 Weibchen. Unter den ersteren trat am 27. Mai ein Individuum auf, bei dem die Länge zur Breite der Fühlergeißelglieder nur $2^1/_2 : 1$ betrug, während die Norm bei 4 : 1 zu liegen scheint. Das Stück ist nach Biró aber auch auf *E. metallicus* Nees zu beziehen.

Tetrastichus rileyi Lind.

Diese kleine Eulophine trat nur im weiblichen Geschlecht, und zwar in je 2 Stücken am 7. Mai, und in je 1 Stück am 16. und 21. Mai auf.

Über das Schicksal der von der Buchenrindenwollaus (Cryptococcus fagi Bsp.) befallenen Buchen.

Von

L. Rhumbler (Hann.-Münden).

(Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text.)

Im nachstehenden bringe ich einige Ergänzungen zu den Studien über *Cryptococcus fagi* Bsp., die ich unter wertvoller Beihilfe meines damaligen Hilfsarbeiters O. Braatz (jetzt Förster in Oberode) einige Jahre vor bis einige Jahre nach dem Kriege zur Ausführung brachte. Die Untersuchungen beziehen sich auf eine Buchenverlausungsperiode, die etwa zwischen 1904 und 1907 begann, 1920 dann zurückging und in ihren letzten, noch beachtenswerten, Ausläufern bis etwa 1925 reichte. Einzelne, kaum bedrohliche, verlauste Buchen, „Lausbuchen", gibt es aber heute noch und wohl zu jeder Zeit. In Deutschland waren damals in dem Gebiet zwischen 51° 15′ und 52° 15′ nördlicher Breite und 7° 20′ bis 11° 30′ östlicher Länge die Buchenverlausungen besonders häufig und richteten großen Schaden an (vgl. Bertelsmann, 1913). Auch abseits dieses Gebiets machte sich an einzelnen Stellen, z. B. bei Kiel 1913, die Laus unangenehm bemerkbar, bei Hamburg beobachtete Reh (1927, S. 19 bis 20) seit 1898 ihre zunehmende Vermehrung.

Die Hauptresultate unserer Studien habe ich bereits in Nüßlin-Rhumblers Forstinsektenkunde, (4. Aufl., Berlin 1927), S. 131—144 mitgeteilt, so daß gewünschtenfalls dort weitere Angaben über die mit den Verlausungen verbundenen Vorgänge nachgesehen werden können.

Die allwärts an Rotbuche verbreitete, auf Rotbuche beschränkte, wohlbekannte, unter weißer Wachswolle sitzende Buchenrinden-Wollschildlaus (*Cryptococcus fagi* Bärenspr.) kann, wenn sie von der harmlosen „Belausung" ihres, nahezu an jedem Stamm von über 2 cm Durchmesser vorkommenden, eisernen Bestandes durch Übervermehrung zur „Verlausung" übergeht, ohne Frage zu einem der schlimmsten Schädlinge werden, die die Rotbuche überhaupt besitzt. Die Verlausung ist nämlich in der Regel der erste sichtbare Ausgangspunkt[1]) von Krankheitsserien, die an

[1]) Die Faktoren, die von der harmlosen Belausung zur gefahrbringenden Verlausung führen, sind äußerlich am Baum nicht zu erkennen und noch gänzlich unbekannt. Stets handelt es sich nur um einzelne, wenn schon in Nestern mehr zusammengehäufte Bäume, die von der Verlausung befallen werden, nie um alle Bäume eines Bestandes.

sich einen verschiedenen Verlauf nehmen können, die aber sehr häufig zum Absterben einzelner Stammteile oder auch ganzer Stämme, selbst der stolzesten Bäume, nach dem Verlauf von 3 bis 15 Jahren (oder gar mehr noch) führen.

O. Braatz del.

1 2 3 4

Abb. 1. Die mittlere Buche im maximalen Verlausungsstadium (Wollfilzstadium, vgl. Tafel I, Figur L 11). Der weiße Wollfilz reicht vom Wurzelhals bis zum oberen Bildrande. Ein solches Stadium, das aber keineswegs von allen verlausten Buchen erreicht wird, gebraucht meist 5 Jahre von seiner ersten Verlausung ab. Die nächsten Nachbarbuchen sind unverlaust geblieben.

Abb. 2. Derselbe Baum im Schleimflußfleckenstadium. Man sieht in der Mitte des Stammes ein gewaltiges S III, das durch reichlichen Saftausfluß eine äußerliche Ausdehnung von über Kopfgröße erreicht hat, und zwei kleinere S III-Flecken ober- und unterhalb. Unter dem unteren S III macht sich ein S II bemerkbar. Die Lauswolle ist jetzt ausgestorben und von einem *Cladosporium*-Pilz, der die Lausleichen befallen hat und in der Wolle weitergewuchert ist, dunkel verbräunt. Nur um die S-Flecken herum findet sich noch weißer Wollfilz, weil in die, von der S-Flüssigkeit durchnäßt gewesenen, Wollfilzteile der Cladosporiumpilz nicht eindringt. Dieses Stadium gebraucht 5—9 Jahre nach dem Beginn der Verlausung.

Abb. 3. Derselbe Baum, etwa 9—12 Jahre nach dem Beginn der ersten Verlausung. Der Rindenteil des gewaltigen S III ist abgestorben und abgefallen. Die abgestorbene Lauswolle ist purpurbraun und in den höchsten Partien schon durch Wind und Regen abgefallen. Dieses Stadium ist meist auch käferbefallen und trägt in der Regel auf den abgestorbenen Rindenrändern um die Abfallstelle herum *Nectria ditissima*, es gebraucht zu seiner Ausbildung meist 9—12 Jahre nach dem Beginn der ersten Verlausung.

Abb. 4. Ein ähnlicher Stamm im Schleimflußfleckenstadium. Die Verlausung hat nur das Erbsenwollstadium L 8 (vgl. Tafel, Figur L 8) erreicht, und ist an den weißen, erbsengroßen Wollklümpchen erkennbar. Alle drei Arten von Schleimflußflecken sind vorhanden; nämlich erstens die, nur stecknadelkopfgroßen, Stippen S I in unzählbarer Menge als kleinste dunkle Pünktchen, zweitens die Furunkel oder Schwäre S II von der Größe und dem Aussehen menschlicher Furunkel (9 an Zahl) und drittens die Karbunkel S III in drei Exemplaren, wovon das größte durch überreichlichen Saftausfluß über Kopfgröße erreicht hat, während die beiden anderen unterhalb des großen die üblichere Größe eines Drei- oder Fünfmarkstückes aufweisen.

Von diesen Serienerkrankungen sind diejenigen am gefährlichsten, die sich unter Beteiligung einer bestimmten Art von Schleimflußflecken, die ich als Schleimflußkarbunkel S_{III} bezeichnet habe, abspielen (Abb. 2 und 4). Dieser Karbunkel S_{III} umringelt nämlich nicht selten mit seiner

Entzündungsflüssigkeit das Kambium unter der Rinde im rascheren Verlauf von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Jahren oder langsamer erst nach einigen Jahren und bringt den Baum dadurch zum Absterben. Nächstdem sind die Weißfäulepilze (*Polyporus fomentarius* L. und *Polyporus radiatus* Sorob.[1]) sehr gefährliche Glieder einer oft an die Verlausungen anschließenden Serienkrankheit. Es kommen aber noch eine ganze Reihe anderer Pilze in der Gefolgschaft der Verlausungen vor, die das Leben der Bäume gefährden können oder größere Stammteile entwerten, z. B. *Stereum rugosum* Pers., *Polyporus adustus* Willd., *Agaricus ostreatus* Jacq., *Armillaria mellea* Vahl. (Hallimasch), *Bulgaria polymorpha* (Fl. Dan.) und manche andere. Die kleineren, von mir als S_I und S_{II} oder gemeinsam kurzweg als S bezeichneten Schleimflußflecken, die fast nie auf, längere Zeit hindurch verlausten, Buchen fehlen, werden sehr häufig als Angriffsstellen von dem Nutzholzborkenkäfer *Xyloterus domesticus* L. schon im frühesten Frühjahr benutzt; ebenso findet man später im Jahr die Larvengänge des zu den Werftkäfern gehörigen *Lymexylon* (*Hylecoetus*) *dermestoides* L. oftmals von dieser Art von Schleimflußflecken ihren Ausgang nehmen. Die Holzgänge dieser Käfer entwerten die befallenen Stammteile und fördern Windbruch und gelegentlich auch weitere Pilzentfaltung, indem sie sehr häufig von den Myzelsträngen der Weißfäule-Polyporus-Arten als Wachstumsstraßen benutzt werden und wohl auch als Eingangspforten für manche andere Pilze dienen mögen.[2]) Also Gründe genug, für den Forstschützer der Buchenwollaus bei Verlausungen alle Aufmerksamkeit zu widmen.

Zwar haben wir mehrfach gefunden, daß auch sehr stark (Taf. I., Abb. L 11) verlaust gewesene Buchen im Verlauf von $3^1/_2$ bis 6 Jahren ihren Laubbesatz verlieren und wieder vollkommen genesen können; dies geschieht aber gewöhnlich nur dann, wenn keine anderen Glieder (Schleimflüsse, Pilze, Käfer) aus der gefährlichen Krankheitsserie hinzukommen.

Die „Verlausungen" an verschiedenen Stämmen können mit sehr verschiedenen Geschwindigkeiten zu- oder abnehmen. Allgemeingültiges läßt sich hierüber nicht allzuviel sagen. Durchschnittlich braucht ein Baum etwa 1 Jahr, um seinen eisernen Bestand L 0 an Einzelläusen auf die Belausungsstufe L 3 (Tafel I) zu bringen; es kann aber auch drei Jahre dauern, bis er so weit ist. Frühstens im nächsten Jahr kann er dann die Verlausungsstadien L 4 bis L 7 erreichen. Von dann ab kann es mit der Verlausung stürmisch weitergehen, so daß unter besonders günstigen Umständen, die aber selten bleiben, alle Verlausungsstadien von L 4 ab bis zu L 11 in einer einzigen Lauflarvenperiode (Juli bis Dezember; hauptsächlich aber September bis Oktober) erreicht werden

---

[1]) Vgl. C. Brick, 1905, S. 12 (S. A.).

[2]) Auch die harmloseren Rindenborkenkäfer *Ernoporus fagi* F. und *Taphrorychus bicolor* Hbst. traten zuweilen an den verlausten Buchen auf. Den erstgenannten trafen wir am 3. V. 1914 in ziemlicher Anzahl sich in flache Reißhakenstriche einbohrend, die am 23. III. 1914 als Baumsignatur angelegt worden waren.

können. Die Vermehrung der Läuse findet nämlich, falls sie ungestört verläuft, in einer geometrischen Progression statt. Die Läuse gehen dann unter den besonders günstigen Umständen nicht mehr in so hoher Zahl unter Eintrocknung[1]) zugrunde, wie man das in anderen Fällen häufig beobachten kann. Doch auch in dieser Beziehung sind große Schwankungen vorhanden, da eine Verlausung jahrelang auf demselben Stadium stehen bleiben kann. Das Minimum an Zeitaufwand für eine Verlausung vom eisernen Bestand L 0 aus bis zum eventuellen Wollfilzstadium L 11 — ein Stadium übrigens, das keineswegs von jedem verlausten Baume erreicht wird und das ebenso wenig für die Schädlichkeit etwa später einfallender Mitschädlinge (Schleimflüsse, Pilze, Käfer) ausschlaggebend ist — beträgt mindestens 3 Jahre;[2]) das Maximum der Verlausungsentwicklung von L 0 bis zu L 11 kann wegen des Stehenbleibens einzelner Verlausungsstadien sich über ein Jahrzehnt hinaus hinziehen. Ich habe einen Baum verzeichnet, der 12 Jahre lang auf dem Verlausungsstadium L 6 stehen blieb. Durchschnittlich wird man 5 bis 6 Jahre bis zur Verlausung L 11 rechnen dürfen; für geringere Verlausungsgrade entsprechend weniger. Die graphische Darstellung (Abb. 5a und b) gibt eine Vorstellung der Verschiedenartigkeit der Verlausungsgeschwindigkeiten an verschiedenen Bäumen. Die mittlere Kurve mit den eingeklammerten Zahlen in Abb. 5 b gibt die durchschnittliche Verlausungsgradation für berücksichtigte Bäume an, sie ist aus den Mittelwerten der Jahresgrenzordinaten der zusammengestellten Fälle berechnet.

Um eine Vorstellung von dem Erkrankungsgang verlauster Bäume zu geben, mögen einige Bäume als typische Beispiele herausgegriffen werden, die vor dem Kriege unter Protokoll genommen und dann nach dem Kriege absterbend angetroffen wurden, wobei für unsere Darstellungsweise voraus zu bemerken ist, daß der Lauszustand mit L und einer Ziffer angegeben ist, die mit ihrem Ansteigen die schrittweise Zunahme der Verlausung nach einer von uns zusammengestellten, auf Tafel I wiedergegebenen, mit 11 Stufen (L 1 bis L 11) und verschiedenen Unterstufen (a, b, c) ausgestatteten Skala angibt, daß die drei Arten verschieden großer Schleimflußflecken mit S_I, S_{II} und S_{III} bezeichnet sind, und daß *Poly.* = *Polyporus* (Weißfäulepilz), *Ly.* = *Lymexylon* und *Xyl.* = *Xyloterus* bedeutet, und daß Klammern, die um die diesbezüglichen Ausdrücke gelegt sind, heißen sollen, daß der betreffende Schädling nicht mehr in Tätigkeit war, sondern in seiner Hinterlassenschaft (z. B. als ausgestorbene von Pilzen verbräunte oder vergraute Wolle), aber darum bezüglich eines früheren Vorhandenseins nicht weniger sicher,

---

[1]) Sie sterben aus unbekannten, nicht ersichtlichen, Gründen ab und trocknen dann ein.

[2]) Nämlich 1. Jahr von L 0 bis L 3, 2. Jahr von L 3 bis L 4 (eventuell von L 3 bis L 7), 3. Jahr von L 4 bis L 11 (eventuell von L 7 bis L 11).

als ob er noch in Tätigkeit wäre, an den Beobachtungstagen, die den Schädlingssignaturen vorausgesetzt sind, nachgewiesen wurde.[1])

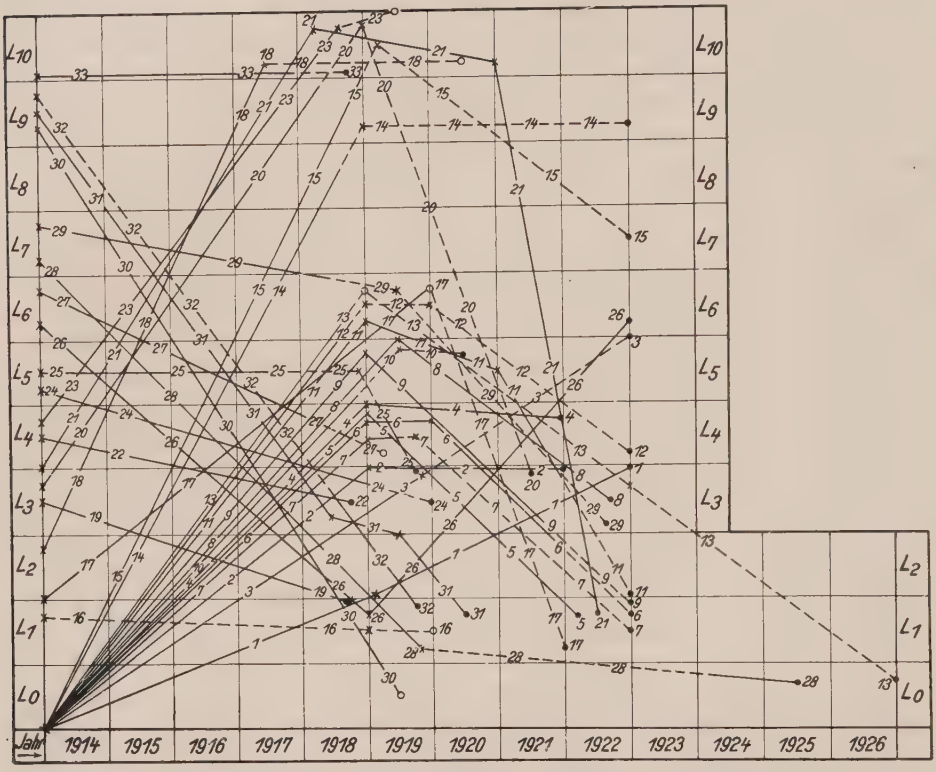


Abb. 5a und 5b. Graphische Darstellung der Verlausungsgeschwindigkeiten von 45 Buchen, zumeist aus dem Distrikt 17 der Oberförsterei Gahrenberg bei Hann.-Münden. Die Ordinaten geben mit ihren Bezeichnungen L0 bis L 11 die verschiedenen Verlausungsstufen an, die man auf Tafel I abgebildet findet; die Abszissen verzeichnen die Jahre, in denen die Bäume im betreffenden Verlausungszustand angetroffen wurden. Da die Verlausungen am gleichen Baum an verschiedenen Stellen recht verschiedene Stufen aufweisen können, ist jeweils nur der höchste Verlausungsgrad bei jeder Beobachtung berücksichtigt. Die Bäume sind mit den fortlaufenden, in die Linien eingeschriebenen Ziffern, 1—45 auseinandergehalten. (Die Ziffern haben also keine graphische Bedeutung, sondern dienen nur zum Auseinanderhalten der einzelnen Bäume, die erst bei der Zusammenstellung des Diagramms die Ziffern erhielten.) Die gestrichelten Linienstrecken deuten die Anwesenheit von S-Flecken, einerlei von welcher Art, an. Ein kleiner Kreis bedeutet: *Polyporus* oder andere Pilze vorhanden. Der verdickte Schlußpunkt an jeder Baumlinie gibt das Aufhören der Beobachtungen an dem betreffenden Baum an.

Abb. 5a. 33 Buchen, die Ende 1913 bis erste Hälfte 1914 mit ihrem Verlausungsgrad, oder ihrem eisernen Lausbestand L0, signiert worden waren, und an den, durch Kreuzchen gekennzeichneten Jahresstellen wieder revidiert wurden.

[1]) Die Beobachtungstage und die Signaturen für die Schädlingsbefunde wurden mit dem Reißhaken in die Rinde eingeschrieben, so daß man im Vorbeigehen sofort von dem Baume selbst ablesen konnte, welche Veränderungen er seit dem letzten Beobachtungsdatum erlitten hatte. Da wir gewiß über 2000 lauskranke Bäume im Laufe der Zeit auf diese Weise unter Beobachtung gestellt haben, wäre es viel zu zeitraubend und beschwerlich gewesen, jedesmal erst in Protokollbüchern den Baum herauszusuchen und sich mit dicken Aktenheften zu schleppen. Nur besondere Vorkommnisse wurden außerdem noch ausführlicher in ein Heft protokolliert und in einen Zettelkatalog alphabetisch aufgenommen.

Der Baum 27. III. 14, der als Nr. 319 zu der später (S. 610) genannten Serie, von 1047 numerierten Buchen, gehört und der einen Brusthöhendurchmesser von 54 cm aufwies, hatte am 27. III. 1914 L 1 c, d. h. einen punktuellen Serialbesatz (siehe Tafel I, L 1 c), zeigte also noch nicht die Spur einer Verlausung, die erst mit der Stufennummer L 4 beginnt, und machte auch sonst einen durchaus normalen, gesunden Eindruck. Die folgende auf der Rinde eingeschriebene Signatur: 6. I. 19 L (4; 5 b, 10 a), S_I, S_{II}, $S_{III}\,\infty$, Ly., Xyl., bekundet, daß er bei der Revision am 6. I. 1919, also nach rund 5 Jahren die Verlausungsskala mit den Stufen 4, 5 b und 10 a durchlaufen hatte (die Lauswolle war noch da, durch Cladosporiumpilze verbräunt und durch Algen vergrünt, enthielt aber nur noch die ausgetrockneten Lausleichen, dagegen keine lebenden Läuse mehr), die nicht eingeklammerten S_I, S_{II}, S_{III} mit dem ∞-Zeichen sagen, daß er mit unzählbaren Schleimflußflecken aller drei Größengattungen in frischem, fließendem oder mit Flüssigkeit gefülltem Zustand (weil nicht eingeklammert)

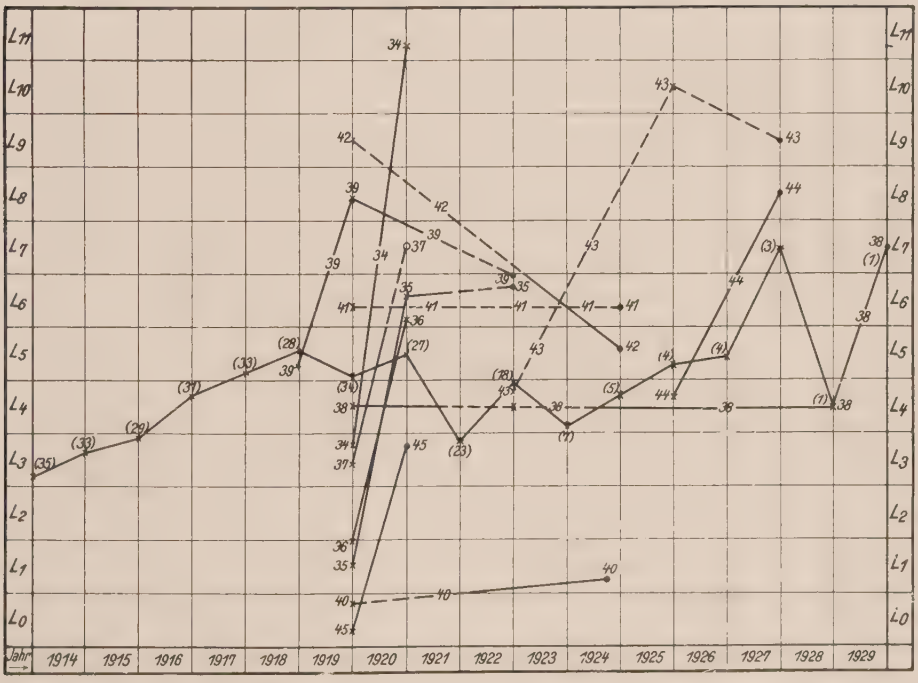


Abb. 5 b. Die Bäume Nr. 34—45, deren erste Signierung erst später, nämlich zwischen Ende 1918 (Nr. 39) bis Ende 1925 (Nr. 44), vornehmlich aber im Spätherbst bis Ende 1919 (Nr. 34—38, 40—42 und 44) vorgenommen wurde. Die Linie mit den eingeklammerten Zahlen zeigt die durchschnittliche Verlausungsgradation von allen 45 Bäumen an. Die eingeklammerten Zahlen selbst beziehen sich auf die Zahl der Fälle, aus denen der Durchschnittswert für die entsprechenden Ordinaten berechnet wurde.

behaftet war und außerdem *Lymexylon* und *Xyloterus* aufgenommen hatte. Nach dem Protokoll erschien er dann am 2. IX. 19 etwas bleichsüchtig (helleres Laub, darunter viel auffallend kleine Blätter); am 13. IX. 20

stark vergilbt; am 22. IX. 20 stark gelichtet, nur noch wenig Laub (im Vergleich zu den Bäumen ringsum); deutlich am Absterben. Die vom Specht behackte Rinde auf langer Bahn von der Verlausungsstelle abgefallen[1]) (ähnlich Abb. 3); das Holz darunter weißfaul (weißes *Fomentarius*-Mycelleder im Holz, noch ohne Fruchtkörper). Am 28. I. 21 in 8 m Höhe vom Winde abgebrochen; auf zusammenhängende Stammhöhe bezogen fanden sich jetzt bis 10 m Höhe *Fomentarius* (Mycelien und Fruchtkörper in Bildung), bis 11 m auch andere Pilze. Dagegen war der Stamm auf der nicht verlaust gewesenen SW-Seite in Holz und Rinde gesund; die gesunden Rindenteile setzten sich mit einem innerlich geröteten Entzündungsrande gegen die erkrankten oder durch Abfallen bloßgelegten Baumteile ab. Die erste Verlausung des Baumes wird auf 1916 zurück zu datieren sein, so daß er wahrscheinlich schon 5 Jahre nach seiner Verlausung (durch Windbruch) zugrunde ging; er hat zwar Schleimflußflecken S_{III} und Weißfäule zugleich zu ertragen gehabt; es wäre aber falsch, anzunehmen, daß sich bei einer solchen Gemeinsamkeit von Weißfäule und Schleimflußkarbunkel das Schicksal des Baumes stets in so relativ kurzer Zeit vollziehen müßte.

Als Gegenbeispiel werde Baum 488 der gleichen Serie auf der gleichen Versuchsfläche mit 45 cm Brusthöhendurchmesser angeführt, sein auf der Rinde eingeschriebenes Leidensprotokoll lautet: 27. III. 1914: L 6a, 6b; S. — 14. II. 1919: L 4a bis 6a; S. ∞. — 16. IX. 20; Poly., Ly., roter Myxomycete; dazu Absterbezeichen. Im Protokollheft ist außerdem vermerkt: 16. IX. 20 mit vertrocknetem unausgebildetem Laub; 22. VIII. 21: $^1/_4$ qm Rinde in Ablösung begriffen (S_{III}), Spechthiebe, Nectria auf der Rinde, 3 Polyporusfruchtkörper zwischen 7 und 8 m Höhe. — 28. VIII. 22: geschlagen. — Rechnet man 2 Jahre, die der Baum brauchte, um seinen eisernen Lausbesatz auf die Stufen 6a und 6b zu erheben, so hat der Baum von 1912—1920, also 8 Jahre, an der Nachfolgeschaft seiner Verlausung vor seinem Absterben, das hier nicht durch Windbruch beschleunigt wurde, gelitten.

Noch länger brauchte der Baum 161 der gleichen Versuchsfläche mit 55 cm Brusthöhendurchmesser: 1914 L 0 (d. h. nur eiserner Bestand an Einzelläusen); 28. XII. 18: L 7—10a; S 0 (d. h. keine Schleimflußflecken); — 26. VII. 19: S_I, S_{II} (viele); 9. IX. 20 S_I ∞; — 20. I. 22: L (7—10) 10; S < (d. h. S an Zahl abgenommen). — 11. VI. 1927 *Poly.*, *Ly.*, *Xyl.*, Spechtlöcher in der Rinde. Weiter aus dem Protokoll: 11. VI. 27; der Baum ist in 15 m Höhe an einer Weißfaulstelle (ohne Fruchtkörper) abgebrochen; von der Verlausung nichts mehr zu sehen (durch Regen und Wind alte Lauswolle abgefallen); die Endzweige des abgebrochenen Baumendes tragen meist nur vertrockneten Frühjahrsausschlag; in der

[1]) An den Abfallstellen fanden sich einzelne orangeroten Myxomyceten, die aber kaum als wesentlich, weil nur selten auf den abgestorbenen Stellen angetroffen, anzusehen sind.

Tabelle A.

In den Jahren 1921 und 1922 im Umkreis einer Stunde von Münden im Revier Gahrenberg abgebrochen oder abgestorben aufgefundene Rotbuchen, mit Angabe des Verlausungsgrades und andrer Erkrankungen, die noch an ihnen nachgewiesen werden konnten.*)

a) Verlaust gewesene Bäume abgebrochen.

Laufende Nr.	Datum des Auffindens der Bäume	Durchmesser der Stämme auf Brusthöhe cm	Verlausungsgrad	Schleimflußflecken S_I	S_{II}	S_{III}	Polyporus-Weißfäule	Nectria auf abgestorbenen Rindenteilen	Andere Pilze	Käfer: Xyloterus	Käfer: Lymexylon	Spechthiebe auf der Rinde	Abgebrochen	Stehend abgestorben
1.	19. II. 21	57	L 4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
2.	19. II. 21	51	(L 4)	+	0	+	+	0	+	0	+	0	+	—
3.	20. I. 22	35	(>)	(+)	(+)	(+)	+	0	0	+	+	+	+	—
4.	7. III. 21	33	(9)	0	0	+	+	0	0	+	+	+	+	—
5.	19. II. 21	33	L 6a	+	(+)	(+)	0	0	+	0	+	0	+	—
6.	19. II. 21	28	(L 4; 5a)	+	0	(+)	+	0	0	0	+	0	+	—
7.	20. I. 22	27	(>)	(+)	(+)	+	+	?	+	0	0	0	+	—
8.	7. III. 21	26	(>) L 6a	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	—
9.	7. III. 21	21	L 4	+	0	0	+	0	0	+	0	0	+	—
10.	7. III. 21	20	(>)	+	+	0	+	+	0	0	0	+	+	—
11.	8. V. 21	17	L 7	+	+	+	0	0	0	0	0	0	+	—
	11 Bäume	Sa.	Verlaust 11	9	7	9	9	3	5	5	6	5	11	—

b) Bäume ohne Verlausungsanzeichen aber mit S_{III} oder Weißfäule, abgebrochen.

12.	20. I. 22	57	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0 Wildschad.	+	—
13.	7. III. 21	27	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
14.	7. III. 21	23	L 1 b (?)	+	0	+	0	0	0	0	0	0	+	—
	3 Bäume	Sa.	0	2	2	3	2	1	1	1	1	1	3	—

c) Bäume ohne Verlausungsanzeichen und ohne S, mit sonstigen Beschädigungen, abgebrochen oder stehend abgestorben.

15.	13. V. 21	64	0	0	0	0	0	*Bulgaria polymorpha W.*				0	0	+
16.	13. IV. 21	60	0	0	0	0	(Am Wurzelhals faul)			+	+	0	+	0
17.	26. I. 22	55	0	0	0	0	(Sonnenbrand)		0	0	0	0	0	+
18.	20. I. 22	31	0	0	0		(Stammkrebs)		0	0	0	0	+	0
	4 Bäume	Sa.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	2
Sa. summarum (a—c) 18 Bäume . . .			verlaust 11	11	9	12	11	4	7	7	7	6	16	2
In Prozenten (18 = 100 gesetzt)			verlaust 61,1	61,1	50	66,7	61,1	22,2	38,9	38,9	38,9	33,3	88,9	11,1

*) + = vorhanden, 0 = fehlend, (>) bedeutet, den Wollresten nach sicher verlaust gewesen, — mehr Läuse als im eisernen Bestand — aber Verlausungsgrad nicht näher bestimmbar, da schon einzelne Wollteile abgefallen sind.

Krone findet sich jedoch an manchen Stellen sehr spärliches aber lebensfrisches, unverwelktes Blätterwerk. Zuzüglich von wahrscheinlich 3 Verlausungsjahren hat dieser windgebrochene, im Absterben befindliche, Baum von 1915 bis 1927, zwölf Jahre bis zum Absterben gebraucht.

Um einen Anhalt zu gewinnen, in welchem Maße die Verlausungen an dem Eingehen von Bäumen beteiligt sein können, haben wir in den Jahren 1921 und 1922 alle Rotbuchen, die wir im Umkreise von einer Stunde von Münden im Revier Gahrenberg in abgestorbenem oder abgebrochenem Zustande auffanden, auf ihre Verlausungen oder Anzeichen früherer Verlausung (eingeklammert = ausgestorbene Lauswolle mit Lausleichen) hin untersucht und auch ihre sonstigen Erkrankungen notiert.

Die vorstehende Tabelle zeigt die Befunde, die zugleich auch eine Vorstellung über die verschiedenen Kombinationsvarianten letaler Erkrankungsketten zu geben vermögen.

d) Gesunde Bäume wurden in dem abgesuchten Gebiet keine vom Winde gebrochen aufgefunden.

Von den 18 abgebrochenen oder stehend abgestorbenen Bäumen waren also mindestens 61,1 % (11 Stück) verlaust gewesen. Vielleicht war der Prozentsatz der Verlausungen noch etwas höher, da sich unter den bei b) und c) genannten Bäumen noch solche befunden haben können, deren Lausbesatz unter Regen und Wind abgefallen und nicht mehr nachzuweisen war; 66,7 % hatten an Schleimfluß III gelitten, 61,1 % an Weißfäule. Keiner war durch Verlausung allein zu Fall gekommen. Durch Schleimfluß III und Weißfäule gemeinsam zugrunde gerichtet sind möglicherweise ohne Mitwirkung von Verlausung (keine Verlausungsanzeichen) 2 Bäume (Nr. 12 und 13) = 11,1 %; durch S_{III} allein (ohne Verlausung und ohne Weißfäule) ein Baum (Nr. 14) = 5,6 %; durch Weißfäule allein (vielleicht zufälligerweise, da in anderen Fällen ein Eingehen an Weißfäule allein nicht ausgeschlossen ist) keiner; aus anderen Ursachen (c) gingen verloren 4 Bäume = 22,2 %. (Sa. = 61,1 + 11,1 + 5,6 + 22,2 = 100 %).

Man sieht deutlich, in welchem Übergewicht Karbunkelschleimfluß S_{III} und Weißfäule in Gemeinschaft oder in Gefolgschaft der Verlausungen (61,1 %) bei den zugrunde gegangenen Bäumen gestanden haben.

Da im vorstehenden die Bedeutung der Verlausungen nur zurückschauend abgeleitet ist, wobei sich nicht sicher ersehen läßt, ob die Verlausungen primär und die Karbunkelose S_{III} bezw. die Weißfäule sekundär sind, oder ob umgekehrt die Verlausungen nur eine sekundäre Begleiterscheinung der anderen Erkrankungen darstellen,[1]) so waren schon früher

[1]) Die eingeklammerten Zustände von L oder S könnten ja, trotzdem sie bereits in Inaktivität aufgefunden wurden, doch erst nach den nicht eingeklammerten Zuständen von S_{III} und *Polyporus* aufgetreten sein und nur ihre Betätigungsperioden rascher vollendet haben.

im März 1914 eine Anzahl stark verlauster Bäume mit gut belebter Wolle, die sonst noch keiner Mitschädlinge (Schleimflüsse, Pilze, Käfer) trugen, mit der Absicht festzustellen, ob und wann sich die S-Flecken und vor allem die Karbunkulose S_{III} oder die Weißfäule „nach" den vorliegenden Verlausungen einstellen würden, unter Protokoll genommen worden. Vom März bis zum 22. Juli 1914 waren die signierten Bäume dieser Serie wöchentlich revidiert worden, hatten aber in dieser Vierteljahrszeit ohne Ausnahme noch keine Schleimflußflecken gezeigt. Die in der Kriegszeit liegenden Daten konnten nur in kurzen militärischen Urlaubszeiten gewonnen werden, so daß in der Regel nur einzelne der Bäume aufgesucht werden konnten.

Die Reihenfolge der Bäume in der folgenden Tabelle B ist dem Schädigungsgrad entsprechend letzthin so gewählt, daß die wieder gesundeten Nr. 1 bis 4 voran stehen, dann die Rekonvaleszenten Nr. 5 bis 6, dann die bei den Revisionen 1917—1920 noch kranken Nr. 7 bis 9, dann die wegen Abgängigkeit geschlagenen Nr. 10 und 11 und schließlich die abgestorben vorgefundenen Nr. 12 und 13 folgen. Innerhalb dieser Gruppen sind die Bäume nach ansteigender Stärke ihrer ursprünglichen Verlausung angeordnet.

Es handelt sich in der Tabelle vorwiegend um mittleres Baumholz; bei einzelnen Stämmen jedoch nur um starkes Stangenholz. Die genauere Stärke der Bäume spielt bei ihrem nachmaligen Schicksal keine maßgebliche Rolle und wurde darum nicht mitgenannt.

Die Tabelle zeigt mit voller Bestimmtheit, erstens daß „in den zusammengestellten Fällen" die S- und sonstigen Erkrankungen tatsächlich nach den Verlausungen einfielen, daß die Verlausung also die primäre Erscheinung war; zweitens: daß trotz einer erheblichen Verlausung ein Baum ohne weiter zu erkranken nach $3^1/_2$ Jahren wieder zu einem eisernen Bestand (Lo.) zurückkehren und gesunden kann, falls keine S oder keine sonstigen Parasiten bei ihm einfallen (Baum Nr. 2); drittens: daß stark verlauste Bäume auch nach dem späteren Einfall von S nach $6^1/_2$ Jahren wieder genesen sein können, wenn die S ausheilen und sie von anderen Parasiten verschont bleiben. (Baum 1 und 3 bis 6); viertens: daß die verlausten Bäume um so weniger Aussicht auf Wiedergenesung haben, je mehr noch sonstige Parasiten außer den S bei ihnen eingefallen sind (Baum 8 bis 13); fünftens: daß sich ein Lausbesatz $3^1/_2$ Jahre lang auf gleicher Höhe halten kann (Baum 13).

Die unterste Summenreihe (Sa.) der Tabelle zeigt zunächst, daß von den 13 im März 1914 verlaust angetroffenen Bäumen 12, also 92,4%, im Laufe der Zeit von Schleimflußflecken befallen wurden.[1]) Die meisten

[1]) Die Prozentsätze dienen hier nur zur weiteren Veranschaulichung die für die berücksichtigten 13 Bäume maßgebenden Verhältnisse. Eine allgemeinere Bedeutung kann ihnen angesichts der geringen Zahl der Fälle nicht zugesprochen werden.

Tabelle B. Dreizehn im März 1914 verlaust, aber noch nicht mit anderen Mitschädlin
bei Hann. Münden mit Ang

Laufende Nr.	Zustand der Bäume bei der ersten Protokollaufnahme im März 1914			Zustand der Bäume bei der späteren Besichtigung an den angegebe					
	Datum der ersten Protokoll-aufzeich-nung im März 1914	Verlausungszustand nach der Skala (Tafel I). Die verschiedenen Ziffern geben das Nebeneinander verschiedener Verlausungstypen an	Schleimflußflecken und andere Parasiten im März 1914	Datum der späteren Besichti-gungen	Verlausungszustand bei den späteren Besichtigungen. (In Klammern = Läuse innerhalb der Wolle bereits abgestorben; L 0 = nur noch eiserner Bestand)	Schleimflußflecken bei den späteren Besichtigungen: Art der Schleim-flußflecken	Schleimflußflecken bei den späteren Besichtigungen: Demnach zuerst nach-gewiesen Datum	*Polyporus* = Weißfäule	Andere Parasite Xyl. = *Xyloterus mesticus*; Taphr. = *Taphr rychus bicolor* Ly. = *Lymexy dermestoides*, Nec. = *Nectria tissima.*
1	30. III. 14	L 3, 4, 7	0	10. X. 17	L > 9a	S_I, S_{II}	10. X. 17	0	0
				28. X. 20	L 0	(S_{II} ∞)	—	0	0
2	23. III. 14	L 4, 5a, 7	0	9. X. 17	L 0	0	0	0	0
3	20. III. 14	L 1b, 5a, 7, 8 (bis 3/4 Höhe des Baumes)	0	10. X. 17	L 1b, 5a (7, 8)	S_I, S_{II}	10. X. 17	0	0
				28. X. 20	L 1b, 1c	(S)	—	0	0
4	30. III. 14	L 7, 8, (8), 9a	0	5. V. 15	(L)	0	0	0	0
				10. X. 17	L < 3	S_{II}	10. X. 17	0	0
				28. X. 20	L 0	0	—	0	0
5	23. III. 14	L 2—5a	0	5. V. 15	Unverändert	0	0	0	0
				10. X. 17	L 4—5a	S_I 3	10. X. 17	0	0
				22. X. 20	L(4—5a), 1a, 1b	0	—	0	0
6	30. III. 14	L 3, 4, 5, 7	0	5. V. 15	(L)	0	0	0	0
				9. X. 17	L < 1	0	0	0	0
				28. X. 20	Unverändert	(S_{III})	28. X. 20	0	0
7	30. III. 14	L 4, 5a, 7	0	9. X. 17	L 0	S	9. X. 17	0	0
8	23. III. 14	L 5a, 7, 9a	0	8. X. 17	(L)	S_I, S_{II}, viele	8. X. 17	0	0
				22. X. 20	(L)	(S_{III})	—	0	Pilz (? *Kneiff aegerita* Hoffm
9	23. III. 14	L 4, 5a, 7—10b	0	9. X. 17	(L)	S	9. X. 17	0	*Nectria* auf abster der Rinde und v lich orangene Myxomycete
10	23 III. 14	L < 2 – < 4	0	8. X. 17	5b, 9b; 10b—11	?	—	0	0
				28. I. 18	(L)	S >	28. I. 18	+	Taphr.
				22. X. 20	(L)	S > (S_{III})	—	+	Nec. Ly. X
11	23. III. 14	L 3—5a	0	9. X. 17	L 5a, 7, 9a	S_I	9. X. 17	0	0
				28. I. 19	(L) < L 1	S_{II}	—	0	Xyl.
12	30. III. 14	L 1b, 4, 5a, 5b	0	10. X. 17	L 2 L 3	S_{II} $S_{(III)}$	10. X. 17	0	Nec., Ly. (
13	23. III. 14	L 4, 5a, 9a	0	3. V. 14	Unverändert	0	0	0	0
				8. X. 17	Kaum verändert	S_{III}	8. X. 17	0	Ly. Xyl. N

(+ = die Spaltenüberschrift „zutreffend“ bezw. „vorhanden“;
0 = „nicht zutreffend“ bezw. „nicht vorhanden“.)

ftet, vorgefundene Rotbuchen aus dem Distrikt 120a der Oberförsterei Kattenbühl
späteren Schicksals.

	Endresultat bei der Besichtigung (in der Reihe des letzten Datums) am letzten Besichtigungstag													Anzahl und Prozentsätze der Bäume, die gesund, Rekonvaleszenten, krank, noch gesundheitsgefährdend oder abgestorben sind
	Lausbesatz					Schleimfluß-flecken			Gesundheitszustand der Bäume					
stiger Zustand Bäume bei den Revisionen: ibung, Zustand Rinde u. dgl.	Ver-schwunden	Aus-gestorben	Kleiner geworden	Auf früherem Stand stehen geblieben	Größer geworden	Restlos ver-schwunden	Ausgetrock-net oder ver-narbt	Noch in Tätigkeit	Gesundet	Rekon-valeszent	Noch krank	Wegen Ab-gängigkeit ge-schlagen	Abgestorben vorgefunden	
st voll gesund. - Flecken sind ver- Narben in 4—6 cm gen Rissen auf- gesprungen.	+	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	4 Bäume gesundet = 30,8%
Voll gesund.	+	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	
onst gesund. 1. Noch dicht be- 4 cm lange S-Narbe eingesackt.	0	0	+	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	
Gesund. onst gesund. noch auffallend viel grünes Laub.	+	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0	
Gesund. onst gesund. der dünnen Krone fast alles Laub.	0	0	+	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	2 Bäume sind Rekonvaleszenten = 15,4%
des Aussehen. Höhe (zwischen 6 m) S III-Narben.	0	0	+	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0	
onst gesund.	+	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	3 Bäume sind noch krank = 23,0 %
Konst gesund. es Auffallendes. s Aussehen, trägt er noch Laub.	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0	
macht einen ab- den Eindruck.	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	
chts Auffallendes. chts Auffallendes. Kronenpartien ab- en. Krone noch ürlich belaubt.	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	2 Bäume wegen Ab-gängigkeit geschlagen = 15,4 %
as kränklich. beginnt fenster- ßlich abzuspringen.	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	+	+ 22.X.20	0	
ot, mit vertrock- lungerlaub; 4 m Rindenstück ab- gefallen. anderen Bäumen r in d. Belaubung d weit zurück. Am belaubung normal. ben; Rinde ab- en; aber noch otes Hungerlaub n Frühjahr.	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	0	+	2 Bäume sind abgestorben = 15,4%
Sa.	4	3	5	1	0	2	4	6	4	2	4	2	2	
sätze (die Ge- il 13 = 100 esetzt.)	30,8%	23,0%	38,5%	7,7%	0%	15,4%	30,8%	46,2%	30,8%	15,4%	23,0%	15,4%	15,4%	
	100% = 13.					92,4% 1 Baum Nr. 2 hatte keine S = 7,6% 100% = 13.			100% = 13.					

dieser 12 Bäume, nämlich 10 (= 83,3 % von ihnen), zeigten die Schleimflußflecken bereits im Oktober 1917, also nach $3^1/_2$ Jahren, einer (Nr. 10), bei dem die Verlausung schon ausgestorben war, zuerst deutlich im Januar 1918, ein andrer, bei dem die Verlausung stark zurückgegangen war (Nr. 6), erst im Oktober 1920 nach $5^1/_2$ Jahren. Namentlich der letztgenannte Baum Nr. 6 legt es nahe, damit zu rechnen, daß das Auftreten der Schleimflußflecken sich um mehr als drei Jahre selbst noch hinter das Ende einer überstandenen Verlausungsperiode hinausschieben kann, falls man nicht annehmen will, daß im letztgenannten Falle der Schleimfluß zu der vor mehr als $3^1/_2$ Jahren vorausgegangenen Verlausung gar keine Beziehungen hätte, sondern aus andern unbekannten Gründen eingefallen war.

Der hohe Prozentsatz des S-Einfalls bei den 13 verlausten Bäumen könnte vielleicht die Vermutung aufkommen lassen, daß die Schleimflußerkrankung eine unmittelbare pathologische Reaktion des Baumes auf den Einstich der Läuse sei, eine Ansicht, die R. Hartig (1880 S. 162) vertrat, wenn er den von Piller (loc. cit. S. 159) erwähnten Saftaustritt (= S_{II}) auf die unter den Läusen abgestorbenen Rindenstellen zurückführt. Diese Ansicht ist aber nicht zutreffend. Die Schleimflußflecken können nämlich, wie ich früher schon angab (Rh. 1914 S. 19) auch an solchen Bäumen auftreten, die nachweislich ein Jahrzehnt hindurch niemals verlaust waren. Die Unabhängigkeit der Schleimflußerreger von der Laus gibt sich bis zu einem gewissen Grade auch dadurch zu erkennen, daß recht oft die Schleimflußflecken gerade an denjenigen Stellen des verlausten Stammes sitzen, die anderen Stellen gegenüber relativ sehr wenig oder überhaupt gar nicht verlaust sind und auch in absehbarer Zeit nicht verlaust waren; wenn schon in anderen, noch zahlreicheren Fällen, die S mitten zwischen der Lauswolle hervorzutreten pflegen (Abb. 2 und 4).

Um aller Zweifel in dieser Beziehung Herr zu werden, wurden von uns in der Zeit von Anfang September 1913 bis zum Kriegsausbruch in jeder Woche (Dienstags) einmal zwei Transplantationen von S-Flecken in der Weise vorgenommen, daß ein 4 cm² großes Rindenstückchen mit einem S_I- oder S_{II}-Flecken von einem in der Nähe befindlichen schleimflußkranken Baum sorgsam mit dem Taschenmesser ausgehoben und dann auf einen genau untersuchten gesunden schleimflußfreien und unverlausten Baum in eine entsprechend ausgeschnittene Rindenlücke mit aller Zartheit eingepaßt und in seinem Zentrum sowie an den vier Ecken mit (im ganzen demnach fünf) kleinen, breitköpfigen, eisernen Nägel befestigt wurde. Um fremdartige Infektionen fernzuhalten, wurden dann die Wundränder und die Nagelköpfe mit Baumwachs sachte überstrichen. Eine gewisse Zartheit bei diesen Manipulationen ist notwendig, um das transplantierte Rindenstück nicht vorzeitig abzutöten,[1]) was den Übertritt der S

[1]) Die implantierten Rindenstückchen starben auch so noch, nachdem sie sich meist 4 Wochen lang frisch erhalten hatten, in der Regel nach 6 Wochen ab, und wurden

auf die gesunden Rindenteile des Wirtsbaumes verhindern könnte. Bei einer Schlußrevision am 6. VIII. 1914 vor dem Kriege hatten die Transplantationsbäume noch keine S-Flecken aufzuweisen, obgleich die Transplantationen schon, wie gesagt, im September 1913 ihren Anfang genommen hatten. Sie brauchen offenbar mehr als nur Monate nach der Infektion, um auf der Rinde zum Vorschein zu kommen. Dagegen erwiesen sich von diesen im ganzen 100 Transplantationen im Oktober 1917 elf als zweifellos geglückt. In sechs von diesen 11 Fällen hatte sich allerdings nur ein einzelner S_{II} in einer Entfernung von 1 bis 5 cm vom Transplantationsrande auf der Rinde des Wirtsbaumes entwickelt; in den anderen fünf Fällen dagegen hatte je ein Wirtsbaum zwei, drei, vier, sechs und ein Wirtsbaum immerhin 11 Schleimflußflecken, die zum Teil auch weiter von den Operationsrändern zerstreut lagen, zu Entwicklung kommen lassen. [1])

Es scheint mithin, als ob sich die Entwicklung der Schleimflußflecken S_I und S_{II} sehr langsam vollziehen könne, was auch nicht erstaunlich ist, da das Rindengewebe des Baumes im Gebiet der S-Pusteln vollständig liquefiziert wird, was sicherlich einige Zeit in Anspruch nehmen muß.

Die Transplantationen waren wochenmäßig vorgenommen worden, um eventuell die für die Infektionen geeigneten Monate aus den Transplantationsübertragungen herauserkennen zu können. Wenn auch die geringe Zahl 11% der geglückten S-Übertragungen keine sicheren Schlüsse in dieser Beziehung erlaubt, so sei doch erwähnt, daß die geglückten elf und die eventuell geglückten fünf (mit wahrscheinlich in Entwicklung begriffenen S) Transplantationen in die Zeit von März bis Juni und von August bis Oktober und dann in den Dezember fielen, während die wöchentlichen Transplantationen vom Januar, Februar, Juli und November erfolglos blieben. [2])

Als vollkommen gesichert kann allem zufolge gesagt werden, daß die Entwicklung der Schleimflußflecken S_I und S_{II} kein bloßes

---

dann allmählich im Lauf der Jahre von dem Regenerationskallus des Wirtsbaumes verdrängt und abgeworfen. Die Defektstelle wurde dann von dem Baum mit neuer Rinde überzogen. Nur bei den vier Julibäumen des Jahres 1914 waren die transplantierten Rindenstückchen angewachsen. Gerade diese Julitransplantationen ergaben aber keine S-Infektionen für die Wirtsbäume: vielleicht hatte eine geringere Virulenz der S das Einheilen gefördert.

[1]) Fünf weitere Wirtsbäume schienen zur selben Zeit (Okt. 1917), als die elf vorgenannten schon deutliche S-Flecken trugen, erst im Begriffe, die S-Flecken auszubilden, sie zeigten bräunliche, etwas nässende Stellen innerhalb der, den Operationsrändern naheliegenden Rindenpartien; mindestens einer von ihnen hatte dann auch bei einer späteren Revision am 20. V. 1919 (also nach mehr als 5 Jahren von Anfang 1914 ab) zwei inaktive und einen fließenden S_{II}-Flecken aufzuweisen, die übrigen vier waren nicht mehr maßgebend, da das Baumwachs bei ihnen herausgefallen war und somit die zum Teil vorhandenen S nicht mehr mit genügender Wahrscheinlichkeit auf den Transplantationsversuche ausgedeutet werden konnten.

[2]) Im genaueren verteilen sich die Erfolge vom Oktober 1917 auf die Transplantationen der einzelnen Monate in folgender Weise: September 1913 = 2; Oktober = 2; November = 0; Dezember = 1 (+ 1?). Januar 1914 = 0; Februar = 0; März = (1?); April = (2?); Mai = 2; Juni = 2 (+ 1?); Juli = 0; August = 2.

pathologisches Resultat der Lauseinstiche darstellt,[1]) sondern eine für sich existierende Erkrankung, die ohne weitere Lausbeihilfe auch auf nicht verlauste Bäume übertragen werden kann.

In Betreff der wahrscheinlichen Inkubationszeit der Schleimflußerkrankungen, deren genauere Feststellung durch Kriegsdienst vereitelt wurde, läßt sich nunmehr folgendes sagen: Die vorher in der Tabelle B (S. 600) verzeichneten 13 verlausten Bäume zeigten im ersten Jahr (1914) keine S. Solche waren dagegen im Oktober 1917 zahlreich vorhanden. Daraus ergibt sich eine wahrscheinliche Inkubationszeit von mehr als 1 Jahr und eventuell weniger als 3 Jahren, nur in Ausnahmefällen von zuweilen mehr als 3 Jahre bis vielleicht $5^1/_2$ Jahre (S. 603). Entsprechend waren auch unter den zuletzt erörterten rund 100, auf nicht verlausten Buchen vorgenommenen, S-Transplantationen, von denen der Tag der Infektionsmöglichkeit jedesmal als Transplantationsdatum genau bekannt war, am 6. VIII. 1914 noch keine S zu konstatieren, obgleich die Transplantationen schon im September 1913 begonnen hatten, also zum Teil schon um 11 Monate zurücklagen; während am 6. X. 1917 (also nach ca. 3 Jahren) sich elf Transplantationen als sicher (5 weitere etwas zweifelhaft) geglückt erwiesen. Die wahrscheinliche Inkubationszeit der Schleimflußflecken S_I und S_{II}, d. h. ihr äußeres Sichtbarwerden auf der Rinde nach der Zeit ihrer ersten Veranlassung (Verlausung bezw. Transplantation), wird hiernach mindestens zu einem Jahr, wahrscheinlich in der Regel aber zu fast 3 Jahren oder mehr noch anzunehmen sein.[2])

Bei allen diesen S-Transplantationen auf gesunde Bäume blieb aber die Erkrankung der Wirtsbäume eine sehr gemäßigte, indem im Höchstfalle auf dem Wirt nur 11 Schleimflußflecken gezählt werden konnten. Das ist verschwindend wenig gegen die unter Umständen sehr hohen Zahlen von S, die man gelegentlich an verlausten Buchen oder auch an autochthon S-kranken, unverlausten, Buchen findet. Hier treten sie meistens zu 20 bis 30 auf, können sich aber (in selteneren Fällen) im Verlaufe von 1 bis 3 Jahren auf über tausend vermehren. Einmal konnten wir

---

[1]) Man hätte ja denken können, daß das Exsudat von den Läusen veranlaßt würde und dann erst das Konsortium der von Stautz (1931, S. 175) erwähnten vielen Bakterienarten und eventuell auch *Torula monilioides* Corda in dieses Exsudat einfiele. Das wäre aber nicht zutreffend. Schleimfluß kann ohne Läuse auftreten und übertragen werden. Pilze fand auch ich, wie Stautz, in den Schleimflüssen nicht; doch traf Brick (1905, S. 12) die charakteristischen Konidienketten von *Torula mon.* in ihnen an. Offenbar handelt es sich hauptsächlich um bakterielle Infektionen, die aber noch mancherlei Gäste aufnehmen können.

[2]) Vermutlich wandern die Erreger durch die Lauseinstiche ein. Das kann aber früher oder später geschehen. Je stärker und je länger ein Baum verlaust ist, desto größere Chancen bietet er dann dem Schleimflußeinfall: aber nach dem Einfall scheint gemäß den Transplantationen immer noch mindestens ein Jahr bis zum äußeren Erscheinen der S auf der Rinde notwendig.

(31. VII. 1913) an einem Stamm bis 2 m Höhe 1237 S abzählen;[1]) in anderen ähnlichen Fällen haben wir auf das Zählen verzichtet, zumal sich herausstellte, daß das weitere Schicksal der Bäume in keiner maßgebenden Weise von der Anzahl der S_I- und S_{II}-Flecken unmittelbar tödlich beeinflußt wird, und daß selbst Bäume mit ehedem mehr als 1000 S wieder vollkommen genesen können, wenn nicht noch andere Schädiger hinzutreten.

Die S-Flecken treten zumeist mit dem Saftaufstieg im Mai zuerst auf und nehmen dann nach Zahl im Lauf der Monate mehr oder weniger rasch zu, wie die graphische Darstellung Abb. 6 zeigt. Wir gewannen den Eindruck, daß feuchte regnerische Witterung ihre Vermehrung und ihre Exsudation am Stamme fördert. Bei sehr trockner Witterung kommt ihr Schleimausfluß zum Stehen und auch ihre Anzahl vermehrt sich kaum. Die graphische Darstellung zeigt, daß die Vermehrung der Schleimflußflecken, die an der Steilheit der Linien zu erkennen ist, um so rascher geschieht, je früher in der Saftaufstiegzeit des Mai die ersten S-Flecken sich zeigen und je stärker die Verlausungen, deren Grade mit L den Linien beigeschrieben sind, in der Saftaufstiegzeit waren. Die Verlausungen erscheinen hiernach vor allem in der Saftaufstiegzeit als ein Fördermittel für die S_I- und S_{II}-Erkrankungen. In späterer Jahreszeit erstmalig hervortretende S-Flecken vermehren sich auch bei starken Verlausungen viel weniger rasch (siehe rechten unteren Teil der Darstellung).

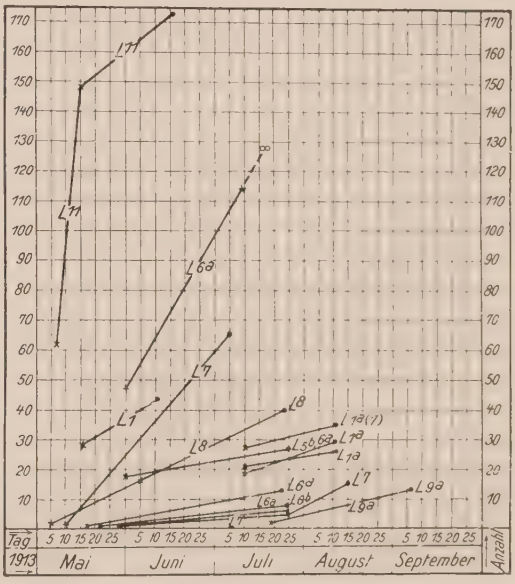


Abb. 6. Vermehrung der Schleimflußflecken SI und SII an 14 Buchenstämmen in der Zeit Mai—September 1913. Die Ordinaten geben die Anzahl der S-Flecken für die durch Kreuzchen und Schlußpunkte markierten Beobachtungstage an, deren Datum auf der Abszissenachse abzulesen ist. Jede Linie bezieht sich auf je einen Baum. Die den Linien angeschriebenen Buchstaben L mit den Zahlen 1—11 geben die Verlausungsgrade (nach Tafel I) an, die der Baum während der Beobachtungsperiode zeigte.

Eine andere Frage ist, ob die Schleimflußflecken, die von den Verlausungen gefördert werden, nun ihrerseits in Rückwirkung auch die Verlausungen weiter fördern.

[1]) Der Baum war am 10. X. 1917 (also nach 4 Jahren) wieder vollkommen genesen. Die Rinde war zwar an den früheren Schleimflußstellen überall zerrissen, kreuz und quer zerspalten, aber unterwärts von sekundärer Kallusrinde unterlagert.

Eine solche Ansicht läßt sich zurzeit in keiner Weise stützen. Läge solch eine rückläufige Förderung der Verlausungen durch die S-Flecken vor, dann hätten die auf S. 607 genannten, durch Transplantation mit S-Flecken infizierten Bäume wahrscheinlich von ihrer normalen Belausung zur Verlausung übergehen müssen. Das war aber bei keinem, auch nach Jahren nicht, der Fall. Allerdings hielt sich die Wirkung der Transplantationen ja auch bei den, die S aufnehmenden, Bäumen in sehr bescheidenen Grenzen, so daß die betreffenden nur 11 % der Versuche ausmachenden Bäume (mit im Höchstfalle nur elf Schleimpusteln) an sich nicht sehr empfänglich für die Schleimflußerkrankung gewesen sein müssen. Es scheint bei den Wirtsbäumen ein Faktor gefehlt zu haben, der Verlausung und S-Fleckenbildung begünstigt. Die Bäume waren für beides ungeeignet. So darf man nicht ohne weiteres den Schluß ziehen, daß die S-Flecken die Verlausung überhaupt nicht fördern könnten, wenn sie es auch tatsächlich unter ungünstigen Verhältnissen nicht tun, wie die Transplantationen zeigen.[1]) Andererseits aber scheinen die in Abb. 5a und 5b zusammengestellten Fälle eher für das Gegenteil, nämlich für eine Abbremsung der Verlausungen durch die S zu sprechen. Sobald die, das Auftreten der Schleimflußflecken anzeigenden, Strichelungen in den Verlausungslinien beginnen, nehmen die allermeisten Verlausungslinien einen horizontalen oder meist sogar abrupt abfallenden Verlauf an; nur bei den Verlausungslinien 3, 35, 40 und 43 steigt der Verlausungsgrad trotz der Anwesenheit von S. Das vorwiegende Auftreten der S an den Abfallseiten der Verlausungslinien, kann daher rühren, daß die S, die ja erst nach dem Beginn der Verlausungen (cf. S. 599) zu erscheinen pflegen, in der Mehrzahl der verzeichneten Fälle erst sehr spät eingefallen sind, als die Verlausung an sich schon im Rückgang begriffen war,[2]) in der Minderzahl der Fälle aber früher, als die Verlausung sich noch steigerte. Man sieht, die Verhältnisse ergeben noch kein sauberes Resultat.

Die dritte Schleimflußfleckenart, der Karbunkel S_{III} (siehe Abb. 2—4) ist nicht etwa ein weiteres Entwicklungsstadium der beiden anderen kleineren Schleimflußfleckenarten S_I und S_{II}, sondern er ist eine Erscheinung für sich. Er erscheint äußerlich auf der Rinde als ein brauner Flecken von mehr oder weniger rundlicher Form und etwa 3 bis 5 cm Durchmesser, oft namentlich bei Regenwetter mit überreichlichem Saftausfluß, der die ganze Stammbreite einnehmen kann (vgl. den großen nach unten ausfließenden Fleck in Abb. 2—4). Der Schleimflußkarbunkel S_{III} ist das schlimmste Glied in der Gefahrenkette verlauster Buchen. Er stempelt aber auch die, an sich harmloseren, Verlausungen und S_I-S_{II}-Erkrankungen dadurch zu Gefahrenfaktoren um, daß er solchermaßen erkrankte Bäume bevorzugt und sie dann besonders stark, eventuell bis zum

---

[1]) Nichtverlausung trotz S kommt auch ohne eine künstliche Transplantation vor, wenn die Anzahl der S gering bleibt; so hatte z. B. ein Baum am 27. V. 1913 = $3S_I$, am 25. VII. 1914 = $2S_{II}$, am 23. I. 1919 = (S) S, und schließlich am 19. II. 1927 = (S) S stets in geringer Zahl. Obgleich dieser Baum 14 Jahre lang autochthone S (in geringer Anzahl) trug, ist er nicht unter ihrem Einfluß verlaust; auch hier könnte der beiderseitig günstige Faktor gefehlt haben.

[2]) Unter den Lauseinstichen bildet die Buchenrinde im Laufe der Jahre eine 1,5 bis 2 mm tiefe Korkschicht aus, die in den späteren Jahren den Ansatz von neuen Läusen an den alten Stellen verhindert. So hört jede Verlausung im Verlauf von einigen Jahren von selber an den früheren Stellen auf. Sie kann nur (meist unter Höhersteigung des Verlausungsgebietes am Baum) durch Neubesiedelung vorher noch nicht befallener Rindenstellen aufrecht erhalten oder weiter entwickelt werden.

Absterben, malträtiert. Er fällt nämlich ganz besonders häufig in verlausten Buchen ein, die vorher schon von S_I und S_{II} befallen waren, ist aber auf deren Vorgängerschaft nicht angewiesen, sondern benutzt gelegentlich auch jede andere Baumverwundung zur Einwanderung. So wurden, wie ich schon früher mitgeteilt habe (Nüßlin-Rhumbler 1927, S. 138), von 1047 Buchen, die mit dem Reißhaken in der Zeit vom Dezember 1918 bis Februar 1919 mit großen Zahlen numeriert worden waren, nicht weniger als 185 (= 17,7 %) von diesem S_{III} direkt an den eingerissenen Zahlen befallen, ganz unabhängig davon, ob die nunmehr erkrankten Bäume vorher ganz gesund, ob sie verlaust oder mit S_I oder S_{II} behaftet gewesen waren.[1]) Der Schleimfluß III trat bei diesen Bäumen schon Anfang Juli 1919 auf, hat also zu seiner Entwicklung nur vier bis höchstens acht Monate gebraucht; seine Inkubationszeit ist hiernach wesentlich kürzer als diejenige von S_I- und S_{II}-Flecken, die nie unter einem Jahr nach den Transplantationen erschienen (S. 604).

Bei der Wichtigkeit des S_{III} versuchten wir seine genaueren Invasionszeiten festzustellen und zu umgrenzen. Vom Januar bis April 1920 wurden zu diesem Zweck wöchentlich je 80 Buchen (derselben Versuchsfläche mit den 1047 numerierten Buchen), von denen im Juli vorher 17,7 % in den Ziffern (vom Dezember 1918 bis Februar 1919) ohne unser Hinzutun befallen worden waren, mit dem Reißhaken mit langen (ca. 40 cm) und kürzeren (ca. 10 cm) Strichrissen versehen, von denen der Reihe nach die ersten nur ganz flach, die folgenden dann zunehmend tiefer in die Rinde eingerissen wurden, um eventuell ersehen zu können, ob die Invasion von der Tiefe der Verwundung abhängig sei. Außerdem wurden bestimmte Striche mit dem, vorher mit S_{III}-Flüssigkeit eines schon erkrankten Baumes absichtlich eingeriebenen Reißhaken eingerissen, also direkte Impfversuche ausgeführt, nachdem andere vorher mit dem gut gereinigten Reißhaken, also ohne Berührung mit S_{III}-Flüssigkeit der Rinde aufgesetzt worden waren. Es sollte sich dadurch eventuell zeigen, ob eine direkte Übertragung von S_{III}-Flüssigkeit die Krankheit weitergeben kann oder ob etwa bei den mit nicht infizierten Reißhaken eingerissenen Strichen die S_{III}-Invasion ebensooft erfolge, was mehr für eine Invasion unter Beihilfe der Luft, etwa durch fliegende Sporen oder unter Insektenbeihilfe gesprochen hätte. Bäume, die bereits von früher her von S_{III} befallen waren und dadurch ihre Empfänglichkeit für S_{III} außer Frage stellten, wurden ganz in der gleichen Weise, wie die übrigen behandelt, nur daß bei ihnen die Strichsysteme an eine andere, von der bereits vorhandenen S_{III}-Stelle möglichst weit entfernten, Rindenstelle angelegt wurden.

Gegen jede Erwartung, die gewiß nach den Erfahrungen des Vorjahres berechtigt war, und ohne jeden ersichtlichen Grund traten diesmal

[1]) Fast alle diese Bäume haben ihre S_{III}-Schäden nach 3 bis 6 Jahren wieder ausgeheilt (siehe Schluß dieser Arbeit); da sie zufällig fast nur mit unverlausten Bäumen zusammengeraten waren, nur 2 verlauste gingen offensichtlich an S_{III} zugrunde.

weder nach 4 bis 8 Monaten noch auch später, S_{III}-Schleimflüsse in den, dem Datum nach den vorjährigen vollkommen entsprechenden, Strichsystemen auf. Viele der Striche waren diesmal von einem weißen Schimmelbelag befallen, der aber bald hernach ohne weitere Folgen für den Baum wieder verschwand.

Dieser Mißerfolg bezw. der verschiedene Ausfall der Reißhakenverwundungen von 1919 und 1920 deuten darauf hin, daß der S_{III}-Einfall von der Verflechtung recht vieler Faktoren abhängt, die im einzelnen noch nicht erkannt sind und vielleicht auch nicht ganz leicht aufzuhellen sein dürften.

Wir stehen auch bei der Buchenwollaus-Erkrankungskette, ähnlich wie beim Tannensterben durch die Chermesine *Dreyfusia nuesslini* C. B. (Rh., in Forstl. Wochenschrift Silva 1928 Heft 34/35), vor einem Falle, in dem die Zerstörung von Bäumen unter der Einwirkung von mehreren Faktoren, Schädlingen oder sonstigen Schädigungen, stattfindet, die im Einzelvorkommen für sich gesondert den Baum nicht zu töten vermöchten. Die letale Verlausungserkrankung der Buche gehört innerhalb der Phytopathologie in eine ähnliche Erkrankungskategorie, wie sie die Humanmedizin namentlich bei Mischinfektionen[1]) im weitesten Umfange kennt.

Bei der Entstehung menschlicher Krankheiten sind nämlich fast in der Mehrzahl der Fälle eine Multiplizität der ätiologischen Faktoren im Spiele. Unter diesen sind einerseits unerläßliche „obligate“ andrerseits durch andere vertretbare, man nennt sie „substituierbare“ zu unterscheiden. So sind beispielsweise bei der *Pneumonie* (Lungenentzündung) als obligate Faktoren erforderlich: erstens ein mikrobieller Erreger, der aber nicht immer derselbe zu sein braucht,[2]) zweitens eine individuelle Dispostion des Lungengewebes. Als substituierbare, variable Faktoren erscheinen dagegen Erkältung, Traumen, Alkoholismus u. a. Selbst wenn die beiden obligaten Faktoren vorhanden sind, braucht noch keine *Pneumonie* zu entstehen, sofern nicht ein anderer der substituierbaren Faktoren hinzutritt (Haecker 1918, S. 296—297). Manchmal wird beim Baumsterben die obligate Erkrankungs- oder Absterbekette länger erscheinen können, als sie wirklich ist, weil an dem absterbenden Baumkörper sich auch dann, wenn der Baumtod schon durch andere Faktoren unausbleiblich besiegelt ist, noch andere Saprobien einstellen können, die fälschlich als Erwürger des Baumes erscheinen können, obgleich sie nur dessen Totengräber sind (Rhumbler 1928, S. 1, S. A).

Bei den letalen Wollauserkrankungen der Buche kommen als obligate Faktoren in Betracht erstens eine genügende Zufuhr von *Cryptococcus fagi*, zweitens eine individuelle Disposition des Baumes zur Verlausung und drittens eine individuelle Disposition des Baumes für die Schleimflußflecken S_I und S_{II}; während S_{III} und Weißfäule, so notwendig ihre Anwesenheit zum Absterben der

[1]) Auch die Schleimflußflecken sind als Mischinfektionen aufzufassen; siehe Fußnote auf S. 604.

[2]) *Diplococcus lanceolatus* A. Fr. oder *Diplobacillus pneumoniae* Friedl., neben denen noch andere Mikroorganismen, besonders Streptokokken (z. B. *Streptococcus mucosus*) gefunden worden sind.

Bäume auch ist, als substituierbare Faktoren erscheinen. Dagegen spielt der Ascomycete *Nectria ditissima* Tul. [1]), den ich anfangs (*Rh.* 1914 S. 33, aber schon nicht mehr 1927; cf. Nüßlin-Rumbler 1927, S. 39) für den schließlichen Erwürger der nach Verlausung eingehenden Wollausbuchen hielt, nur die Rolle eines agonialen Totengräberfaktors.

Von den drei obligaten Faktoren einer letalen Wollauserkrankung (*Cryptococcose*) tritt erstens die fördernde Wirkung einer erhöhten Lauszufuhr durch die Tatsache zur Erscheinung, daß Bäume, die mit der Verlausung beginnen, meist um so rascher zu höheren Verlausungsgraden emporsteigen, je mehr bereits verlauste Bäume auf ihrer Hauptwindseite stehen, (die Lauslarven werden, soweit sie nicht an ihrem Heimatstamm bleiben, passiv durch Wind in die Umgebung ausgestreut). Die an zweiter Stelle genannte, individuelle Disposition des erkrankenden Baumes zeigt sich deutlich als obligater Faktor in dem Umstande, daß es uns in mehr als 50 Fällen niemals gelang, durch Anhäufung von Lauswolle — die verlausten Bäumen entnommen war und Hunderttausende von Eiern und Larven enthielt, [2]) — auf der Rinde gesunder Stämme diese zur Verlausung zu bringen, während es ein leichtes war, bereits in Verlausung begriffene Stämme durch solche Wollanhäufungen in ihrem Verlausungstempo erheb-

---

[1]) Es handelt sich in allen Fällen wirklich um *Nectria ditissima* Tul. und nicht um *Nectria galligena* Bres. Das frische Stroma ist polsterförmig, weißlich orange bis goldgelb (Wollenweber 1928, S. 151), nicht rot wie bei *Nectria galligena* (Weese 1911 S. 877); die auf Glas abgefangenen Sporen sind 12—14,9 μ lang, nicht 14—20 μ lang, wie dies für die Galligena-Sporen angegeben wird (Weese 1911 S. 878). *Nectria ditissima* hält sich ganz an absterbende oder abgestorbene Rindenteile, ob diese durch Krebs (H. Richter 1928, S. 46) oder wodurch sonst abgestorben sind. Infektionen gelangen uns mehrfach mit Agarstreifen, die, mit *Ditissima*-Sporen beladen, in horizontale Reißhakenwunden gesunder Buchenrinde eingelagert wurden. Im nächsten Jahr fanden sich schön ausgebildete Perithezien an den künstlichen Infektionswunden bis etwa 1 cm Abstand von ihnen. Sie blieben aber durchaus auf die absterbenden oder abgestorbenen (austrocknenden) Rindenteile an den Wundnarben beschränkt und traten auch in der Folge nicht auf die gesunden Rindenteile über. In den späteren Jahren haben wir nichts mehr von ihnen gesehen. Die Perithezien waren offenbar nach ihrer Sporenabgabe weggetrocknet und abgefallen. Keine Krebserkrankungen erfolgten. Offenbar kommt *Ditissima* in gesunder Rinde nicht weiter.

[2]) Solche Übersiedelungsversuche müssen in den Ei- und Lauflarvenmonaten Ende Juni bis Ende November — am besten aber im September und Oktober — vorgenommen werden. Wir benutzten lange Drahtgazestreifen von ungefähr 6—8 cm Breite, die an ihrem unteren Längsrande in horizontaler Lagerung mit kleinen Nägeln (sogenannten Blauköpfen) auf die Baumrinde des neuen Wirtes befestigt wurden, während der obere Längsrand von dem Baume vorerst nach außen etwas abgebogen wurde, so daß zunächst eine Art Drahtnetzraufe entstand, die je nach der gewählten Länge des Drahtgazestreifens mehr oder weniger weit um den Baum herumlief. In diese Raufe wurde nun die von einem verlausten Baume abgeschabte, mit Eiern und Läuferstadien der Laus geschwängerte Wolle eingefüllt, und dann der Oberrand der Raufe gegen den Baum zurückgedrückt, um die in der Raufe eingelagerte Lauswolle vor nachträglichen Windverwehungen zu schützen.

lich zu beschleunigen. Bei gesunden Bäumen starben die zugetragenen Läuse nach ihrem eventuellen Ansatze schon im Ansatzjahre wieder ab, ohne jemals über das Punktualnebelstadium (Taf. I, L 2) hinauszukommen. Unter, der Rinde angehefteten, Flanellstreifen, die sie gern als Unterschlupf zu ihrer Festsiedelung benutzten, hielten sich die Übersiedelten zwar besser, kamen aber auch nicht über das zweite Jahr hinaus. Willkürliche nachhaltige Verlausungsübertragungen blieben also wie gesagt, unmöglich. Der dritte obligate Faktor, die individuelle Disposition für S_I und S_{II} bringt sich in dem mangelhaften Gedeihen von S_I und S_{II}, die auf gesund Bäume transplantiert wurden, zur Geltung, wovon schon vorher die Rede war.

Die Natur der schließlichen Letalfaktoren S_{III} oder der Weißfäule als substituierbare Faktoren, geht unmittelbar aus der Tatsache hervor, daß beide sich gegenseitig als Scharfrichter der Bäume einander vertreten können, bei den zugrundegegangenen Bäumen Nr. 5 und 11 der Tabelle A (S. 597) sowie bei den Bäumen Nr. 11 und 13 der Tabelle B (S. 600) war *Polyporus* nicht vorhanden; bei Nr. 9 und 10 auf Tabelle A (S. 597) fehlte S_{III}.

Nun noch ein Schlußbild! Von den schon genannten (S. 607) 1047, mittlerem und starkem Baumholz zugehörigen, auf dem Diststrikt 17 c der Oberförsterei Gahrenberg stehenden Buchen, die sämtlich, ob krank oder gesund, im Dezember 1918 bis Februar 1919 signiert wurden, erwiesen sich zu dieser Zeit 118 Stück (= 11,3% der Gesamtzahl) als verlaust.[1]) 55 Stück (5,3% der Gesamtzahl) hatten Schleimflußflecken irgendwelcher Art, und 7 von diesen 55 S-Bäumen (also 0,7% der Gesamtzahl) auch andere Mitschädlinge (Käfer oder Pilze). Bei den späteren Revisionen im Juli 1919, September 1920, Juli-August 1922, und Mai 1925, zeigte sich ein Verlust von 22 Buchen (nämlich 12 abgestorben, 2 windgebrochen, 8 wegen Abgängigkeit und Zusammenbruchgefahr geschlagen). Zieht man diesen 22 Abgängen 2 Bäume ab, die offensichtlich durch den früher genannten, nicht beabsichtigten, S_{III}-Einfall in unsere Signaturen (vgl. S. 607) zugrunde gegangen waren,[2]) so bleiben 20 Bäume oder 1,9% der Gesamtzahl als nach Verlausung und deren Folgen selbständig verloren gegangen auf dem Verlustkonto des Bestandes stehen. Zieht man diesen Verlustprozentsatz 1,9 von den 11,3% verlausten" Buchen aus der Zeit 1918—1919 ab, so ergibt sich, daß in dem betreffenden Bestand von den 11,3% verlausten Buchen sich 9,4% von der Verlausung wieder erholt haben. Das ergibt ein Verhältnis der von

[1]) Diese 11,3prozentige Buchenverlausung war für die Jahre 1918 bis 1919 keine besonders starke. Die städtische Oberförsterei Münden hatte zur ungefähr gleichen Zeit in ihrem Distrikt 78 auf 0,73 ha schwachen Buchenstangenholzes (unter 10 cm Stammdurchmesser), das mit anderen Holzarten untermischt war, eine 22,2prozentige Verlausung zu erleiden; von den 913 Buchenstämmchen waren nämlich 203 verlaust.

[2]) Die übrigen 183, ungewollt mit dem Reißhaken infizierten Bäume hatten ihre S_{III}-Flecken im Jahre 1925 wieder ausgeheilt, weil sie nicht mit andersartigen Verlausungsschäden an den von ihnen befallenen Bäumen zusammengetroffen waren oder weil solche Schäden nicht stark genug waren.

der Verlausung genesenen zu den der Verlausung unterlegenen Bäumen wie $\frac{9,4}{1,9}$ = rund 5 oder mit anderen Worten auf 5 wiedergenesene Bäume kommt durchschnittlich ein abgestorbener. Es starb also von je 6 „verlausten" Bäumen durchschnittlich je einer ab; oder in Prozenten ausgedrückt von je 100 „verlausten" Buchen starben 16,7% an den Folgen der Verlausung ab, während die restlichen 83,3% sich von der Verlausung nach 6 Jahren (1925) wieder erholt hatten.

Ein ähnliches Verhältnis ergab sich auch in dem Distrikt 48 d (der Oberförsterei Gahrenberg), der mit geringerem und mittlerem Baumholz (20—50 cm Brusthöhendurchmesser) und einzelnen starken Stämmen (bis 76 cm Stammdurchmesser) bestanden war. Auf der betreffenden Fläche von $4^1/_2$ ha wurden im Mai-Juni 1913 im ganzen 93 „Lausbuchen" signiert. Im Februar 1919 und Februar 1920 waren von diesen 93 erkrankten Bäumen 15 abgestorben, windgebrochen oder wegen Zusammensturzgefahr geschlagen. Das macht wiederum einen ähnlichen Verlust von 16,1%. Die übrigen 83,9% Buchen waren genesen oder doch insoweit rekonvaleszent, daß sie über die Absterbegefahr hinaus waren.

Nimmt man hierzu das Resultat aus Tabelle B (S. 600) hinzu, dem aber wegen zu geringer Zahl der Fälle nicht das gleiche Gewicht wie den beiden vorhergehenden zugesprochen werden darf, so findet man dort 15,4% der Bäume als abgestorben bezeichnet, was an sich zu den etwa 16—17% der vorhergehenden Berechnungen passen würde. Es finden sich aber außerdem in der Tabelle B noch 15,4% der verlaust gewesenen Bäume als wegen Abgängigkeit geschlagen und 23% als noch krank aufgeführt; so daß sich hier ein möglicher Verlust an „verlausten" Bäumen von ungefähr 50% zusammenrechnen ließe. Da es sich hier aber im ganzen nur um 13 Bäume handelt, von denen die Mehrzahl überdies schon bei ihrer ersten Signierung wegen besonders hochgradiger Verlausung ausgesucht worden waren, so wird man ihretwegen das Resultat der 16% Abgänge von vorhin nicht allzustark zu verschieben brauchen.

Nach meinen gesamten Erfahrungen wird man mit einem Abgang von 15 bis 20% der „verlausten" Bäume, nicht etwa des gesamten Baumbestandes, bei Verlausungsperioden rechnen müssen, 85 bis 80% der erkrankten Bäume erholten sich wieder.

Unter der Annahme ähnlicher Verhältnisse bei künftigen Verlausungsperioden wird man demnach den durch die Verlausungen zu erwartenden Schaden einigermaßen im voraus abschätzen können, wenn man die „verlausten" Buchen im Bestande zählt und 15—20% von ihnen als Todeskandidaten ansieht.[1])

Will man das Schicksal der an Cryptococcose erkrankten Buchen in der ca. 20jährigen Verlausungsperiode (1905—1925) in eine Formel fassen,

[1]) Für die früher (S. 19) genannte Bestandesverlausung von 11,3% der Bäume würde sich demnach ein Gesamtverlustprozentsatz von 1,7 bis 2,3 und für die andere dort in der Fußnote genannte 22,2prozentige Bestandesverlausung ein Gesamtverlust von 3,3 bis 4,4% der Gesamtzahl der Bäume errechnen lassen, indem man den Bestandesverlausungsprozentsatz jeweils mit 0,15 bezw. 0,20 multipliziert, je nachdem, ob man mit einem 15prozentigen oder 20prozentigen Todeskandidaten-Abgang rechnet.

und setzt man für 15—20% Todeskandidaten der Lausbuchen als Mittelwert 17,5%, bezeichnet man mit B die Stammzahl[1]) aller Buchen auf der Befallsfläche, mit L aber die auf ihr stehenden „verlausten" Buchenstämme (Lausbuchen), so ergibt sich die absolute Anzahl der Todeskandidaten T folgendermaßen: Verlausungsprozentsatz $= \frac{100\ L}{B}$; Todesprozent davon $\frac{17{,}5}{100}$; mithin Todesprozentsatz für den ganzen Bestand an Buchen $= \frac{17{,}5\ L}{B}$; mithin absolute Todeskandidatenanzahl $T = \frac{17{,}5\ L}{B} \cdot \frac{B}{100}$ oder $T = 0{,}175\ L$.

Zum Beispiel für den genannten Distrikt 17 c, da $T = 0{,}175 \cdot 118$ ist, gleich 20,6 Todeskandidaten. Tatsächlich waren in diesem Distrikt von den 1047 rund 20 Buchen eingegangen (S. 610); macht auf je 52 Buchen eine Buche als Abgang. Da von einem, nach Verlausung unter Karbunkel SIII oder Weißfäule eingegangenen Stamm meist noch ein ganzer Teil (oft die Hälfte) als Nutzholz verwendbar bleibt (Nüßlin-Rhumbler 1927, S. 144) kann der effektive Nutzholzschaden zu ungefähr $^1/_2$ T angesetzt werden; oder von 104 Baumholzwerten fiel jedesmal einer aus. Mit anderen Worten: der Schaden belief sich auf ungefähr 1% des Nutzholzes; er verteilte sich aber auf ca. 20 Jahre.

Im Jahre 1925 erlosch zusehends die *Cryptococcus*-Kalamität aus unbekannten Gründen.

Literatur.

Bertelsmann, Etwas über die Buchenwollaus. Deutsche Forstzeitung Bd. 28, S. 365 bis 369, 1913.

— — Zur Buchenwollaus. Ebenda S. 855.

Brick, C., Achter Bericht über die Tätigkeit der Abteilung für Pflanzenschutz. In: Jahrb. d. Hamburg. wissenschaftl. Anstalten Bd. 23, 1905, S. 1—16 (S. A.).

Haecker, V., Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik). Jena 1918.

Hartig, R., Die Buchenwollaus (*Chermes fagi* Kltb.). In: Untersuch. aus dem forstbotan. Institut zu München S. 156—163, Taf. 9. Berlin 1880.

Nüßlin-Rhumbler, Die Buchenwollschildlaus (*Crypt. fagi*). In: Forstinsektenkunde 4. Aufl., S. 131—144, 1927.

Reh, L., Bekämpfung der Buchenrinden-Wollaus und der Blutlaus. In: Anz. f. Schädlingskunde 3. Jahrg., S. 19—21, 1927.

Rhumbler, L., Die Buchenrinden-Wollaus (*Cryptococcus fagi* Bspr.) und ihre Bekämpfung. In: Neudammer Forstliche Belehrungshefte. Neudamm 1914.

— — Die sogenannten Wolläuse und ihre Beziehungen zum Eingehen von Bäumen. In: Forstl. Wochenschrift Silva, 1928, Nr. 34—35.

Richter, H., Die wichtigsten holzbewohnenden Nectrien aus der Gruppe der Krebserreger. In: Zeitschr. f. Parasitenkunde Bd. 1, Heft 1, 1928.

Stautz, W., Beiträge zur Schleimflußfrage. Phytopath. Z., Bd. 3, 1931, S. 163—229.

Weese, J., Zur Kenntnis des Erregers der Krebskrankheit an den Obst- und Laubholzbäumen. In: Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich Jahrg. 14, S. 872 bis 885, 1 Tafel. Wien 1911.

Wollenweber, H. W., Über Fruchtformen der krebserregenden Nectriaceen. In: Zeitschr. f. Parasitenkunde Bd. 1, Heft 1, 1928.

[1]) Statt der Zahl der Stämme kann man natürlich auch die Festmeteranzahl einsetzen Man hat dann aber nicht nur B, sondern auch L in Festmeter auszudrücken und erhält auch das Resultat T in Festmeter.

$^3/_4$ nat. Gr.; *O. Braatz phot.*

L_4 L_8 L_{11}

L_3 L_7 L_{10}

L_2 L_6 a b

$L_{(9a)}$ 9b Übergang von $L_{(9a)}$ zu 9b.

a b c L_5 a b

L_9 a b

Verlag von Paul Parey in Berlin SW.

Tafel-Erklärung.

Verlausungsskala.

Vorbemerkungen. Einzelne Läuse sind völlig bedeutungslos und in der Regel an allen Buchenstämmen von über 2 cm Durchmesser anzutreffen. Beachtlich wird erst das Zunehmen der Läuse bis zur „Verlausung." Als „verlaust" sind diejenigen Baumhölzer (> 20 cm Durchmesser) anzusehen, die im ganzen etwa $^1/_2$ qm „verlauster Rindenfläche" zeigen, einerlei ob dieser $^1/_2$ qm zusammenliegt oder auf mehrere Felder verteilt ist. Als „verlauste Rindenfläche" gilt jede, bei der ein Fünftel oder mehr der Rinde mit Lauswolle bedeckt ist, so daß immer noch vier Fünftel der Rinde auch an verlausten Stellen lausfrei sein können. [L 1 bis L 3 gehen schon über das Maß gewöhnlichen Lausbesatzes etwas hinaus; sie gehören noch nicht zu den Verlausungen, können sich aber zu solchen weiterentwickeln; meist halten sich diese Stadien Jahrzehntelang ohne Folgen für den Baum (daher nicht weiter beachtenswert). L 4 bis L 11 = Verlausungsstadien.] Alle Abbildungen in $^3/_4$-Naturgröße. Die Läuse bevorzugen, namentlich im Anfang ihrer Übervermehrung, die Rindenlenticellen und Rindenfurchen bei ihrem Ansatz. Später schlüpfen sie unter die bereits vorhandene Lauswolle unter und vergrößern durch neue Wollabscheidung die, bereits aus früheren Jahren stammenden, Wollaggregate, so daß schließlich unter Umständen kein Rindenteil der verlausten Stelle verschont bleibt (L 11). An einem verlausten Baum können die verschiedensten Besatzarten vorkommen.

L 1. Punktueller Besatz. Der Besatz besteht aus einzelnen Pünktchen, die nicht über 1 mm groß sind. *a* lockerer punktueller Besatz; *b* verdichteter Punktuellbesatz; *c* serialer Punktuellbesatz; bei *c* sind die Pünktchen größtenteils zu dünnen, vertikalen Reihen zusammengetreten.

L 2. Punktualnebel. Bis 1 mm große Pünktchen haben sich neblig mehr oder weniger zusammengeschoben, ohne indessen miteinander zu größeren Einheiten zu verschmelzen. Die Pünktchen bleiben als Einzelpünktchen erkennbar.

L 3. Mäusedreckstadium. Hier und da auf der Rinde sind die Einzelpünktchen zu etwa 3—5 mm langen und 2 mm breiten Würstchen verschmolzen, die in Größe und Gestalt an Mäusedreck erinnern (aber natürlich, wie in allen Fällen sonst auch, im frischen Zustand weiß sind); die Würstchen stehen mit ihrer Längsachse vertikal und lassen ihre Zusammensetzung aus Einzelpünktchen nicht mehr erkennen.

L 4. Grobsalzstadium. Die Einzelpünktchen sind allermeist zu größeren mehr oder weniger rundlichen, einheitlichen Wollklümpchen von 2—5 mm Durchmesser verschmolzen; daneben nur vereinzelte Einzelpünktchen. Dieses Stadium, das einigermaßen grobem Salz ähnelt, entwickelt sich in der Regel aus L 2.

L 5. Marmorstadium. Die Wollklümpchenaggregate haben einen Durchmesser von 5—8 mm erreicht; zwischen ihnen finden sich auch kleinere Wollklümpchen, die zu brückenartigen Verbindungen zwischen den größeren werden können. Das Gesamtgefüge erinnert an Marmor. *a* lockeres Marmorstadium; *b* dichteres Marmorstadium. L 5 entwickelt sich in der Regel über L 2 und L 4.

L 6. Serialstadium. Die Wollaggregate stehen in vertikalen Längsreihen, die den Rindenfurchen entsprechen. Die Längsreihen können auch netzige Verbindungen miteinander zeigen. Dieses Stadium entwickelt sich in der Regel an starkborkigen Buchen über L 1 c und L 3. *a* lockeres Serialstadium; *b* dichtes Serialstadium.

L 7. Kümmel- und Grobsalzstadium, erinnert an das Grobsalzstadium L 4. Die Wollaggregate sind aber meist 5 mm oder mehr stark. Einzelpünktchen nur hier und da, dagegen vielfach nur kümmelkorngroße Aggregate zwischen den größeren. Entwickelt sich in der Regel aus L 4 unter Aussterben der Einzelpünktchen.

L 8. Erbsenwollstadium, Wollaggregate etwa erbsengroß (5—8 mm), sehr locker stehend, da kleinere Aggregate zwischen ihnen verschwunden sind. Entwickelt sich in der Regel aus L 4 über L 7.

L 9. Erbsenmarmorstadium. Wollaggregate ähnlich dem Erbsenstadium L 8 aber Erbsen zu größeren Aggregaten (von 8—16 mm vertikaler Länge) verschmolzen, dazwischen marmorartig eingemischt auch kleinere Aggregate. Entwickelt sich in der Regel aus dem Marmorstadium L 4. *a* loses Erbsenmarmorstadium; *b* dichtes, gröberes Erbsenmarmorstadium.

L (9a) 9b. Häufiges Übergangsstadium von L 9a nach L 9b. Dieses Stadium bedarf zu seiner Ausbildung mehrere Jahre. Auf den breit gewordenen Wollaggregaten des Stadiums 9b sieht man die durch Pilze *(Cladosporium)* und Algen *(Protococcus)* verbräunte und vergraute Lauswolle des Stadiums 9a mützenförmig aufsitzen, so daß die Aggregate von 9b nur mit weißen Rändern unter 9a hervorragen. Die Wollköcher der Einzelläuse in der Unterwolle stehen dabei palisadenartig mit ihrer Längsachse auf der Rinde. Die verbräunte Oberwolle des Stadiums 9b sitzt nur sehr locker auf, so daß sie von Regen und Wind meist sehr bald abgeworfen wird.

L 10. Landkartenfilzstadium. Die Wollaggregate sind zu sehr verschiedenartigen Filzstücken von 20 und mehr Millimeter Durchmesser zusammengeschmolzen; zwischen ihnen auch kleinere Wollinselgruppen und wollfreie Rindenstellen. Das ganze Gefüge kann einer Reliefkarte verglichen werden; es entwickelt sich meist aus dem Stadium 9b nach Abstoßung der alten Wolle unter Vergrößerung der Wollaggregate durch Neuansiedlung einer neuen Lausgeneration.

L 11. Wollfilzstadium meist aus L 10 hervorgegangen. Die ganze Rinde ist von einem zusammenhängenden, nach außen mit welliger Oberfläche versehenem, weißen Wollfilz überzogen. Nackte Rindenstellen fehlen so gut wie gänzlich. [Die schwarzen Stellen im Bilde sind Schattenwürfe der Oberflächenwellen.]

Beitrag zur Kenntnis der Fauna der Kiefernkahlschläge.

Von

K. Eckstein und **V. Butovitsch.**

Erstes zoologisches Institut der Forstlichen Hochschule Eberswalde.

Im Frühjahr 1930 wurden vom I. Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule in der Försterei Melchow des Lehrreviers Eberswalde eine Reihe von Versuchen zur Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers angestellt. Die zahlreichen in der Praxis mehr oder weniger bekannten Abwehrmittel sollten einer gründlichen Prüfung unterzogen werden, um ihre Brauchbarkeit für den forstlichen Betrieb feststellen zu können. Sämtliche für diese Versuche bestimmten Verfahren wurden auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche ausgeprobt; man erhielt dadurch Vergleichszahlen, deren Bedeutung bei der Bewertung einzelner Mittel ausschlaggebend ist. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den „Mitteilungen aus der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft" Jahrg. 1931 veröffentlicht worden.

Die Maßregeln zur Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers bestehen im wesentlichen im Fang der Käfer, die entweder durch Köder herangelockt oder in Gräben abgefangen werden. Mit Ausnahme von Fanggräben hatten bisher sämtliche Fangmethoden den gemeinsamen Nachteil, daß sie nur Scheinerfolge gezeitigt haben, d. h., daß zwar ein beträchtlicher Teil der Käfer gefangen, im übrigen aber die Eiablage nicht verhindert werden konnte.

In Melchow wurde ein kombiniertes Fanggraben-Arsenreisiggruben-Verfahren angewendet, das die Vorteile verschiedener Bekämpfungsmethoden in sich vereinigt. Einerseits wird der frische Schlag von zuwandernden, Eier ablegenden Weibchen geschützt, anderseits werden die freßlustigen Tiere sowohl von außerhalb als auch auf der Fläche selbst durch das in den Fanggruben liegende Reisig herangelockt. Alle Tiere gelangen in die Grube und gehen nach dem Fraß an dem vergifteten Reisig zugrunde. Dadurch fallen die Sammelkosten des Fanggraben-Verfahrens, wohl die Hauptursache, weshalb es in der Neuzeit so vernachlässigt wurde, weg.

Um auch der Forderung gerecht zu werden, dem Walde die sich in den Gruben zahlreich einfindenden sogenannten nützlichen Tiere am Leben zu erhalten, wurden auch Versuche mit Arsenreisiggruben mit einer schrägen Wand, die das Herauskommen der gefangenen an Reisig nicht fressenden Tiere ermöglicht, angestellt. Das Endergebnis steht noch aus, da die Versuche noch nicht abgeschlossen sind.

Neben den rein praktischen Aufgaben sollte bei der Versuchsreihe in Melchow auch die Fanggräben-Fauna in ihrer artlichen und zahlenmäßigen Zusammensetzung im Verlauf der Fangperiode festgestellt und die Einwirkung der Fanggräben auf die Lebensgemeinschaft der Tiere auf den Kiefernkahlschlägen, soweit es die Sammelergebnisse gestatten, verfolgt werden.

Die in der vorliegenden Arbeit angeführten statistischen Angaben und manche aufgeworfenen Fragen mögen zur Kenntnis unserer Kahlschlagfauna beitragen und neue Anregung zur Erforschung der Biözönose des Waldes geben.

Die Versuchsflächen wurden im Jagen 64 der Försterei Melchow angelegt. Das Jagen liegt mitten in einem ehemaligen Eulenfraßgebiet; es war mit Kiefernaltholz bestockt, welches vom Raupenfraß stark beschädigt wurde und in den Jahren 1928/30 geschlagen werden mußte. Die Kultur erfolgte teils durch Saat, teils durch Pflanzung mit zweijährigen Kiefern. Das Gelände ist schwach wellig; an der Nord-Ost- und Westseite des Jagens steht 25—30jähriges Stangenholz, im Süden hiebsreifes Altholz. Der Boden ist feinkörniger, humoser, tiefgründiger Dünensand. Die Bodendecke besteht aus Beerkräutern, Gräsern und Moosen; vorherrschend sind: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis ideae*, *Aira flexuosa* und *Calamagrostis epigeios*, letztere in ziemlich umfangreichen Horsten. Auf der Kahlfläche stocken noch vereinzelte alte Birken und zahlreiche Wacholder. Die Bonität des Standortes gehört durchweg der III. Klasse an.

Die Probeflächen liegen einerseits im östlichen Teil des Jagens, wo im Winter 1929/30 geschlagen und im Frühjahr 1930 kultiviert wurde, anderseits in der im Süden des Jagens befindlichen zweijährigen Kultur. Sowohl auf frischem Schlag als auch in der Kultur wurden neben anderen Bekämpfungsmitteln Vergleichsversuche mit Fanggräben, Fangknüppeln und mit beiden Verfahren kombiniert, angestellt. Das Absuchen der Fanggräben und Fangknüppel, welche letzteren in kurzen Stückgräben lagen, geschah täglich. Die gefangenen Tiere wurden von Sammlern dem Förster abgeliefert; dieser zählte den Tagesfang und notierte das Ergebnis getrennt nach Rüsselkäfern *(Hylobius abietis)* und anderen Insekten.[1]) *Hylobius*-Käfer wurden sofort vernichtet, andere

[1]) Die für diese letzteren beim Probezählen ermittelte Zahl (vgl. Beiträge zur Bekämpfung und Biologie des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis* L., Mitteilungen aus der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, Bd. 2, 1931, S. 434ff.) weicht von der tatsächlichen beim Bestimmen der Tiere festgestellten und in der nachstehenden Tabelle

Insekten aber in Alkohol abgetötet und dem I. Zoolog. Institut zur näheren Bestimmung einmal wöchentlich zugeschickt. Nur die Mäuse, Eidechsen uud Blindschleichen sind von den Sammlern gezählt und, soweit sie noch lebend waren, wieder ins Freie gelassen worden. Daher konnten die einzelnen Arten nicht ermittelt werden. Es stellte sich später heraus, daß die Sammler die Spitzmäuse zu den Mäusen gerechnet haben, so daß die Fangergebnisse für beide Tiergruppen zusammen gebucht werden mußten.

Die Bestimmung der gefangenen Insekten war teilweise recht schwierig, da zahlreiche Exemplare bereits in Fanglöchern von Raubinsekten so übel zugerichtet waren, daß sie sich kaum oder gar nicht bestimmen ließen. Vorzugsweise galt das für Spinnen, Heuschrecken, Grillen, Raupen und andere Tiere mit weichem Chitinpanzer. Aus diesem Grunde sind die Spinnen, größtenteils auch die Raupen, letztere durch Alkohol geschwärzt und später vertrocknet und zusammengeschrumpft, nicht nach Arten getrennt worden.

Die Gesamtlänge sämtlicher abgesuchten Fanggräben und Stückgräben von Fangknüppeln betrug 1406 m. Die Sammelsaison dauerte ununterbrochen vom 17. April bis zum 29. Spetember. In die Sammelergebnisse sind außer den in Fanggräben und an Fangknüppeln gesammelten Insekten auch jene, die an Fangstubben gefangen wurden, einbegriffen. In der nachstehenden Tabelle sind die Fangzahlen wochenweise angegeben, nur die in der Spalte für 21. Juni enthaltenen Zahlen stellen das Fangergebnis für 2 Wochen dar, da die Ausbeute am 14. und 21. Juni versehentlich zusammengeworfen wurde.

Schon beim flüchtigen Durchsehen der Tabelle fällt der Artenreichtum der Grabenfauna auf. Man hätte kaum annehmen können, daß auf armem, märkischem Flugsandboden mit seiner spärlichen und gleichmäßigen Flora eine artlich und zahlenmäßig so reichhaltige Tiergemeinschaft gedeihen kann. Dabei handelt es sich bei unseren Fangergebnissen nur um einen Teil, allerdings wohl den größten Teil, der Kahlschlagfauna. Gute Flieger, wie Fliegen, Schmetterlinge, Hautflügler u. a. m. werden in Fanggräben nur ausnahmsweise gefangen, in der Regel auch nicht die im Boden lebenden Tiere. Eine ungefähre Charakteristik des Standortes und seiner Lebensgemeinschaft wird aber durch die Fanggrabenausbeute doch gegeben.

Zur besseren Übersicht über das Verhältnis der Arten- und Individuenzahlen verschiedener Tiergruppen zueinander werden die Ergebnisse nach einzelnen, wenn auch systematisch nicht gleichwertigen Gruppen wie folgt zusammengestellt:

angegebene Zahl um etwa 4000 Stück ab. Diese recht bedeutende Differenz erklärt sich dadurch, daß beim Zählen im Revier nur ganze Tiere, nicht aber die beschädigten, von denen oft nur einzelne Körperteile übrig blieben, gerechnet wurden. Sehr oft steckten ferner zwischen den Beinen von großen Käfern kleinere Insekten, die beim Probezählen übersehen worden waren.

Die in Fanggräben, an Fangknüppeln und an Fangstubben während der Zeit vom 17. April bis 27. September 1930 im Jagen 64 der Försterei Melchow gesammelten Tiere.

Tierart	Datum																							Sa.
	24.4.	1.5.	10.5.	15.5.	23.5.	31.5.	7.6.	21.6.	28.6.	5.7.	12.7.	19.7.	26.7.	31.7.	9.8.	16.8.	23.8.	30.8.	6.9.	13.9.	20.9.	27.9.		
Coleoptera.																								
Cicindelidae.																								
Cicindela campestris L.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
„ hybrida L.	—	—	3	3	3	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		15
„ silvatica L.	—	7	27	20	49	63	10	4	6	10	5	3	4	6	7	3	4	6	1	1	2	4		242
Carabidae.																								
Cychrus rostratus L.	10	9	1	2	3	1	—	—	2	1	—	4	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—		37
Calosoma sycophanta L.	—	1	—	—	—	1	—	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		6
Procrustes coriaceus L.	—	2	—	1	1	—	1	4	—	2	2	—	1	—	—	—	1	1	—	—	1	1		18
Carabus violaceus L.	—	1	7	3	19	16	4	9	11	3	—	4	5	5	6	3	2	1	2	—	—	—		101
„ convexus F.	34	42	12	5	17	9	1	1	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		124
„ nitens L.	—	—	1	—	3	5	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		12
„ auratus L.	—	2	8	18	101	183	80	38	7	7	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—		448
„ granulatus L.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		2
„ cancellatus Ill.	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—		5
„ arvensis Hbst.	583	1345	652	215	310	263	69	102	81	63	8	66	77	36	89	24	52	12	4	5	8	4		4068
„ nemoralis Müll.	1	3	—	—	3	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		11
„ hortensis L.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—		3
„ glabratus Payk.	—	—	—	—	—	2	2	2	2	1	—	1	—	2	2	1	2	—	1	—	—	—		18
Notiophilus palustris Duft.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
Broscus cephalotes L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—		3
Miscodera arctica Payk.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
Panagaeus crux-major L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
Chlaenius nigricornis Fabr.	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		2
Pseudophonus pubescens Müll.	—	—	1	—	2	5	5	4	3	4	2	7	—	4	—	4	12	3	1	—	1	—		58
Pardileus calceatus Duft.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—		1
Harpalus aeneus F.	—	3	3	—	6	5	3	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—		24
„ distinguendus Duft.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
„ smaragdinus Duft.	—	1	2	—	2	14	1	—	1	1	—	—	1	1	1	2	—	—	—	—	—	—		27
„ rufus Brüggm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—		1

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
„ latus L.	14	66	162	132	562	669	339	177	125	159	17	6	7	5	11	10	6	4	2	1	—	—	2474
„ rubripes Duft.	—	—	3	2	2	5	1	—	1	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	18
„ honestus Duft.	5	87	93	151	332	306	82	109	259	191	105	71	40	32	58	18	31	5	1	3	—	—	1977
„ neglectus Serv.	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
„ autumnalis Duft.	—	—	1	1	1	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
„ hirtipes Panz.	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	3	—	—	—	2	10
„ servus Duft.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ tardus Panz.	—	1	2	2	4	12	8	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33
„ anxius Duft.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Anisodactylus binotatus F.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Amara ovata Dej.	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ lunicollis Schiödte	36	54	90	51	119	75	22	15	23	22	13	1	—	—	5	—	—	1	—	—	—	—	527
„ curta Dej.	1	1	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
„ curynota Panz.	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ familiaris Duft.	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ cursitans Zimm.	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
„ fulva Dep.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
„ consularis Duft.	1	1	2	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	8
„ aulica Panz.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
„ equestris Duft.	—	—	—	1	1	—	—	—	4	3	—	1	3	2	18	15	12	21	8	10	9	7	115
„ sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Abax ater Vill.	10	87	82	47	73	143	48	12	30	27	7	27	16	25	44	17	18	5	3	3	5	3	732
Poecilus lepidus Leske	1	44	44	35	129	263	88	26	32	68	6	16	30	19	28	7	13	2	—	—	—	—	851
„ coerulescens L.	10	26	23	11	16	14	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	107
Pterostichus aterrimus Herbst	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ oblongopunctatus Fabr.	147	354	173	60	133	95	18	10	5	6	—	—	—	—	2	1	1	—	—	1	—	—	1006
„ niger Schall.	20	58	97	70	285	202	51	52	29	23	9	25	30	17	48	27	31	16	4	3	6	5	1108
„ vulgaris L.	—	1	—	—	—	—	—	—	4	1	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	9
„ nigrita F.	11	13	19	4	3	6	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61
„ authracinus Illig.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Calathus fuscipes Goeze	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4
„ erratus Sahlb.	2	3	—	1	—	2	1	—	—	1	—	—	1	1	3	2	7	4	1	1	—	—	30
„ melanocephalus L.	1	1	—	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	1	—	—	—	—	18
„ micropterus Duft.	2	4	5	7	21	5	—	—	—	—	—	—	3	—	1	1	1	—	—	1	—	—	51
Carabiden-Larven	1	—	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	8
Dytiscidae.																							
Ilybicus fuliginosus F.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ obscurus Marsh.	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Rhantus grapi Gyll.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Tierart	Datum																						Sa.
	24. 4.	1. 5.	10. 5.	15. 5.	23. 5.	31. 5.	7. 6.	21. 6.	28. 6.	5. 7.	12. 7.	19. 7.	26. 7.	31. 7.	9. 8.	16. 8.	23. 8.	30. 8.	6. 9.	13. 9.	20. 9.	27. 9.	
Hydaticus seminiger Deg.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Acilius canaliculatus Nicolai	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Dytiscus marginalis L.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Staphylinidae.																							
Philonthus carbonarius Gyll.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ sp.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Staphylinus caesareus Cederh.	—	3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
„ erypthropterus L.	182	543	506	210	650	653	300	426	130	124	85	48	26	31	30	10	8	6	2	1	2	1	3974
„ olens Müll.	2	1	1	1	1	3	2	1	—	—	—	—	—	—	1	4	14	4	1	6	8	3	53
„ similis F.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
„ fuscatus Grav.	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ picipennis F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3
Quedius fuliginosus Grav.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
Silphidae.																							
Necrophorus vespillo L.	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	4
„ vestigator Herschel	—	2	2	—	5	—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	16
Blithophaga opaca L.	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Silpha obscura L.	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Phosphuga atrata L.	—	2	2	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Histeridae.																							
Hister fimetarius Herbst	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
„ ruficornis Grimm.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cantharidae.																							
Cantharis rustica Fall.	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ obscura L.	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Canthariden-Larven	4	—	5	5	8	2	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	29
Cleridae.																							
Thanasimus formicarius L.	—	—	—	1	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7

Coccinellidae.																							
Adonia variegata Goeze	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Coccinella septempunctata L.	1	—	—	—	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	1	11
„ distincta Fald.	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Paramysia oblongoguttata L.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Anatis ocellata L.	—	—	—	1	1	4	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Dermestidae.																							
Dermestes lardarius L.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Byrrhidae.																							
Morychus aeneus L.	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Cytilus sericeus Forster	—	—	1	1	5	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	14
Byrrhus fasciatus Forster	26	26	71	137	485	309	123	18	125	81	4	33	6	14	68	59	50	30	17	11	11	2	1706
„ pustullatus Forster	—	3	6	6	33	20	3	—	6	4	—	1	—	1	6	2	—	1	2	—	—	—	94
„ pilula L.	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Elateridae.																							
Brachylacon murinus L.	—	—	3	—	1	4	7	26	—	9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
Selatosomus aeneus L.	—	4	5	—	3	21	11	14	2	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	61
Prosternon holosericeus Ol.	—	1	5	3	2	2	6	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43
Sericus brunneus L.	—	—	—	1	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Agriotes aterrimus L.	—	1	17	7	23	8	3	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
„ obscurus L.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cardiophorus ruficollis L.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ cinereus Herbst	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Melanotus rufipes Herbst	—	—	—	2	4	15	7	22	2	10	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64
Elater sanguineus L.	—	—	2	—	—	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Limonius aeruginosus Oliv.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Athous rufus Deg.	—	—	—	—	—	—	—	—	5	2	—	5	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	16
„ haemorrhoidalis F.	—	—	—	1	2	4	1	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
Elateren-Larven	1	—	2	5	13	10	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	36
Meloidae.																							
Meloë proscarabaeus L.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ violaceus Marsh.	4	5	2	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
Alleculidae.																							
Prionychus ater F.	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	1	1	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	11

Tierart	Datum																							Sa.
	24. 4.	1. 5.	10. 5.	15. 5.	23. 5.	31. 5.	7. 6.	21. 6.	28. 6.	5. 7.	12. 7.	19. 7.	26. 7.	31. 7.	9. 8.	16. 8.	23. 8.	30. 8.	6. 9.	13. 9.	20. 9.	27. 9.		
Tenebrionidae.																								
Opatrum riparium Scrib.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		2
Crypticus quisquilius L.	—	—	—	—	—	1	9	55	18	15	8	3	1	—	7	4	3	10	5	—	2	—		141
Helops quisquilius Strm.	—	2	1	2	2	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1		12
Cerambycidae.																								
Spondylis buprestoides L.	—	—	—	—	—	—	—	16	72	124	75	121	49	24	42	18	7	2	1	1	—	—		552
Prionus coriarius L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	15	2	1	—	2	1	1	—	—	—	—	—		28
Ergates faber L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	8	3	12	3	7	1	—	—	—	—		36
Rhagium inquisitor L.	—	—	—	1	2	4	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		14
Leptura rubra L.	—	—	—	—	—	—	—	1	4	20	11	1	—	4	11	8	5	2	—	1	1	—		69
Criocephalus rusticus L.	—	—	—	1	—	—	—	4	9	1	2	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—		20
Asemum striatum L.	—	—	1	—	5	5	6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		19
Hylotrupes bajulus L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
Acanthocinus aedilis L.	17	70	63	8	27	23	20	14	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—		254
Chrysomelidae.																								
Chrysomela limbata F.	—	—	2	3	1	—	—	—	1	1	—	1	1	—	4	1	1	4	—	—	—	—		20
„ staphylea L.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	1	5		13
„ gypsophilae Küst.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
„ sanguinolenta L.	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—		4
„ marginalis Duft.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—		3
„ analis L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—		1
„ varians Schaller	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
„ polita L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
Galeruca tanaceti L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	3		6
Cassida viridis L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
„ rubiginosa Müll.	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3
„ nebulosa L.	—	—	3	—	1	6	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		12
Curculionidae.																								
Phyllobius piri L.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
Strophosomus rufipes Steph.	1	45	123	37	121	82	27	29	7	7	2	—	—	1	—	3	—	—	1	—	—	—		486
Brachyderes incanus L.	6	25	34	6	13	36	27	9	9	12	2	2	2	—	15	14	4	10	4	2	7	2		241

Sitona griseus F.	—	118	104	10	24	24	6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	298
„ lineatus L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ puncticellis Steph.	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Philopedon plagiatus Schall.	—	—	6	2	8	26	11	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
Coniocleonus glaucus F.	825	1 725	795	143	237	289	103	56	48	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 283
Chromoderus fasciatus Müll.	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Cleonus piger Scop.	26	37	11	3	7	15	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103
Hylobius abietis L.	3903	10 618	8983	3144	4795	4034	2127	1255	935	709	190	572	424	303	381	105	110	35	8	34	22	19	42 706
Phytonomus punctatus F.	1	8	5	3	6	10	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	3	3	45
„ arator L.	1	30	17	6	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61
„ variabilis Herbst	1	3	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Pissodes notatus F.	—	13	94	2	18	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131
„ pini L.	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Grypidius equiseti F.	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Magdalis frontalis Gyll.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Ipidae.																							
Blastophagus piniperda L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Hylurgus ligniperda F.	—	—	13	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
Hylastes ater Payk.	—	—	137	11	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	149
„ angustatus Herbst	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
„ opacus Er.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Lucanidae.																							
Dorcus parallelepipedus L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Systenocerus caraboides L.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Scarabaeidae.																							
Trox sabulosus L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Ceratophyus typhoeus L.	258	78	163	109	127	87	36	25	15	2	—	3	—	1	2	—	5	—	10	19	11	—	951
Geotrupes spiniger Marsh.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
„ stercorarius L.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
„ silvaticus Panz.	139	141	269	326	256	178	84	54	159	61	48	190	69	208	396	214	121	52	28	35	34	53	3 075
„ vernalis L.	159	124	72	74	67	75	24	7	25	21	10	40	31	77	66	28	35	15	5	6	13	8	982
Onthophagus fracticornis Preyss.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Serica brunnea L.	—	—	—	—	1	—	—	13	8	2	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	28
Phyllopertha horticola L.	—	—	—	—	—	—	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Petosia cuprea F.	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Orthoptera.																							
Forficula auricularia L.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Ectobius lapponicus L.	—	—	—		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3

Tierart	Datum																							Sa.
	24. 4.	1. 5.	10. 5.	15. 5.	23. 5.	31. 5.	7. 6.	21. 6.	28. 6.	5. 7.	12. 7.	19. 7.	26. 7.	31. 7.	9. 8.	16. 8.	23. 8.	30. 8.	6. 9.	13. 9.	20. 9.	27. 9.	
Acrydium bipunctatum L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Oedipoda coerulescens L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	1	—	2	2	8
Stenobothrus sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	5	6	9	26
Metrioptera sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Liogryllus campestris L.	—	—	3	1	30	31	15	27	1	—	2	1	—	—		—	—	—	—	2	3	13	129
Neuroptera.																							
Myrmeleon formicarius L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Hymenoptera.																							
Lophyrus-Larven	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10
Ichneumonidae	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	4
Formicidae	—	6	17	18	20	6	2	3	1	3	2	—	5	4	3	1	—	1	—	1	—	—	93
Vespidae	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3
Pompilidae	4	4	15	7	9	4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44
Sphecidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	1	—	4
Lepidoptera (Raupen).																							
Melitaea sp.	1	—	11	7	13	10	15	41	2	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	111
Lasiocampa trifolii Esp.	1	—	—	—	—	1	1	7	7	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	2	30
Macrothylacia rubi L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Saturnia pavonia L.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Panolis piniperda Panz.	—	—	—	—	—	—	—	4	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Noctuidae	—	—	—	1	3	2	8	29	1	1	—	—	—	—	—	—	—	9	6	4	14	4	82
Geometridae	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Arctia sp.	—	—	—	—	—	—	—	6	2	1	—	—	—	—	—	—	2	2	1	1	—	—	15
Zygaena sp.	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Diptera.																							
Laphria gibbosa L.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
„ gilva L.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Dipteren-Larven	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	5

Hemiptera.																						
Sciocoris cursitans F.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Aelia acuminata L.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Carpocoris fuscispinus Bch	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	3	2	—	—	1	13
Dolycoris baccarum L.	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	2	1	9
Chlorochroa juniperina L.	—	—	2	1	1	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	9
Pentatoma rufipes L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	7
Picromerus bidens L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2
Rhacognathus punctatus L.	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Jalla dumosa L.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Syromastes rhombeus L.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Pyrrhocoris apterus L.	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Rhinocoris sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	5
Pentatomiden-Larven	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2
Araneina	2	—	57	8	44	17	33	33	3	2	—	1	—	—	—	—	—	4	2	10	22	17	255
Crustacea.																							
Porcellis scaber Latr.	—	—	5	1	3	2	—	4	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	21
Myriapoda.																							
Lithobius forficatus L	—	—	2	1	2	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	11
Polydesmus sp.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Julus terrestris L.	—	—	4	2	6	4	2	1	4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	24
„ sabulosus L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Vertebrata.																							
Kröten	24	16	41	9	32	—	—	—	7	—	4	8	6	8	16	25	31	18	11	84	138	160	638
Eidechsen	14	10	16	1	2	3	—	—	1	—	—	1	2	5	11	6	14	—	2	6	5	4	103
Blindschleichen	9	9	8	5	3	13	—	2	15	—	3	6	3	4	8	1	2	1	3	3	—	3	101
Mäuse und Spitzmäuse	15	1	2	—	—	—	—	1	2	—	1	5	3	—	3	1	—	—	—	—	—	—	34
																					Im ganzen		77 560

	Artenzahl	Individuenzahl
Käfer (ohne *Hylobius abietis*) . .	176	33 008
Fliegen	3	9
Hautflügler	6	158
Schmetterlinge	9	263
Wanzen	13	55
Geradflügler	7	170
Spinnen	?	255
Tausendfüßler	4	38
Wirbeltiere	?	876

Die Käfer bilden also bei weitem den Hauptteil der Grabenfauna und von ihnen sind die Laufkäfer die Arten — und, wenn wir *Hylobius abietis* nicht berücksichtigen, zahlenreichste Familie. Dann folgen nach der Zahl der gefangenen Individuen: Rüsselkäfer (ohne *Hylobius abietis*), Mistkäfer, Kurzflügler, Pillenkäfer, Bockkäfer und Schnellkäfer. Die übrigen Käferfamilien waren zahlenmäßig bedeutend schwächer vertreten.

Die häufigste Art war, wie auch zu erwarten, der große braune Rüsselkäfer, dessen Gesamtzahl um etwa 9000 Exemplare die Zahl aller übrigen Tiere übersteigt. *Hylobius*-Käfer wurden nicht an das Institut abgeliefert, so daß es sich nicht mehr feststellen ließ, ob auch sein kleinerer Verwandter *Hylobius pinastri* auf dem Schlage anwesend war. Unter dem für Fütterungsversuche aus Melchow zugesandten *Hylobius*-Material ist kein einziger *pinastri*-Käfer festgestellt worden.

Bei den allwöchentlich vorgenommenen Besichtigungen der Melchower Versuchsflächen wurden auch Beobachtungen gemacht über die den Rüsselkäfern nachstellenden Raubinsekten. Es gelang nur in seltenen Fällen, große Carabiden beim Verzehren von *Hylobius* zu beobachten. Die Groß-Carabiden und auch Staphyliniden nahmen mit den mit weicherem Chitinpanzer ausgerüsteten Insekten, hauptsächlich Spinnen, Grillen und Schmetterlingsraupen vorlieb. Es scheint, daß die Raubinsekten nur zur Not *Hylobius* angreifen; ihre Rolle als Rüsselkäfervertilger dürfte daher sehr gering sein.

Der große braune Rüsselkäfer erschien bereits am 17. April, am ersten Sammeltage, allerdings noch in geringer Anzahl; in wenigen Tagen aber zählte man bereits Tausende; Ende April war der Höhepunkt seines Auftretens bereits erreicht; dann erfolgte ein allmählicher Abstieg mit mehr oder weniger starken, durch die Temperatur bedingten Schwankungen. Anfang Juli war der Tiefstand erreicht, und in der zweiten Hälfte Juli und Anfang August stieg die Rüsselkäferzahl wieder etwas in die Höhe — was dem Erscheinen von Jungkäfern zugeschrieben werden muß — um bald wieder rasch zu sinken.

Von den Groß-Carabiden war *Carabus arvensis* Hbst. die bei weitem häufigste Art, die bis Anfang Oktober auf der Fläche beobachtet wurde.

Besonders auffallend war das zahlreiche Erscheinen des Goldschmieds, *Carabus auratus* L., einer Art, die in der Mark recht häufig ist, aber in solchen Mengen, wie im Sommer 1930, wohl selten auftreten dürfte. Von Ende Juli an ist *Carabus auratus* nicht mehr gefangen worden.

Noch kürzere Dauer des Auftretens hatte die kleinste *Carabus*-Art, *Carabus convexus* F., die schon Anfang Juni so gut wie verschwunden war.

Von den übrigen Laufkäfern sind *Amara lunicollis* Schiödte, *Abax ater* Vill., *Poecilus lepidus* Leske, *Pterostichus niger* Schall., *Pt. oblongopunctatus* Fabr., besonders aber *Harpalus latus* L. und *H. honestus* Duft. zu den häufigsten Besuchern der Schlagflächen zu rechnen.

Etwas überraschend war das Auffinden von Schwimmkäfern in den Fanglöchern, wenn auch sehr vereinzelt, und nur Ende April und Anfang Mai. Die Tiere verirren sich oft bei ihren Nachtflügen in Regenpfützen, Wassertonnen und dgl., oder sie werden durch glänzende, an Wasserspiegel erinnernde Gegenstände, wie Glasbeete, oder geteerte Dächer angelockt. Bei den Melchower Funden handelt es sich sicher nicht um zugeflogene, sondern um solche Käfer, die unter Moos- oder Streudecke überwintert haben und ihre Winterverstecke verlassen wollten, denn für Nachtflüge waren die Nächte viel zu kalt. Brammanis (1930) in Lettland und Greese (1928) in Südrußland haben ebenfalls Schwimmkäfer in Fanggräben, ersterer im Oktober/November, letzterer Ende April/Anfang Mai festgestellt.

In sehr großer Anzahl trat *Staphylinus erythropterus* L. auf, die übrigen Kurzflügler dagegen nur vereinzelt.

Wohl zu den einzigen freiwilligen Besuchern der Fanggräben sind die Totengräber und Aaskäfer zu rechnen; sie werden durch den Geruch der in Fanglöchern oft liegenden toten Mäuse, Eidechsen usw. herangezogen.

Auffallend zahlreich fanden sich in den Gräben Pillenkäfer, namentlich *Byrrhus fasciatus* Forst., der wohl zu den gewöhnlichsten Insekten des Kiefernschlages gehören muß. Die Biologie des Pillenkäfers und die Rolle, die er in der Lebensgemeinschaft des Waldes spielt, sind trotz seiner Häufigkeit unbekannt.

Die Schnellkäfer wurden in der ersten Hälfte des Sommers gesammelt. Sie waren an Arten recht zahlreich, an Individuen verhältnismäßig schwach vertreten. Besonderes Interesse erweckte der große gelbe an exotische Formen erinnernde *Athous rufus* Deg., der nicht in Gräben, sondern ausschließlich an Fangstubben gefangen wurde. Die Käfer saßen zwischen abgeschälten und wieder an den Stubben angelegten Rindenstücken und Splint und schienen an dem austretenden Harz zu lecken. Beim Freilegen der Rindenstücke versuchten die Tiere sich schnell zu verstecken. Ob *Athous rufus* Deg. frische Stubben zur Eiablage benutzt, konnte nicht festgestellt werden.

Unter den Bockkäfern überwiegen zahlenmäßig *Spondylis buprestoides* C. und *Acanthocinus aedilis* C. Beide Arten, wie übrigens auch alle anderen Cerambyciden, suchten den Schlag auf, um die Eier an die frischen, Spondylis auch an vorjährige Stubben, abzulegen.

Der Zimmerbock erschien im zeitigen Frühjahr und blieb auf der Fläche bis etwa Mitte Juni, von da an und bis in den September trat *S. buprestoides* auf.

Interessant ist, daß auch ein Hausbock, über dessen Vorkommen im Walde seit 100 Jahren nicht berichtet wird, sich in die Gräben verirrt hat. Der Käfer hat sich wahrscheinlich in einem Telegraphenmast, der etwa 100 m von dem Fundort entfernten Eisenbahnlinie, entwickelt.

Bemerkenswert war ferner das verhältnismäßig zahlreiche Erscheinen des großen Mulmbockes, *Ergates faber* L. Dieser Bockkäfer wurde sowohl in Gräben als auch an Fangstubben gefangen. Im letzteren Fall saß er zwischen der abgelösten Rinde und dem Holz. Bei allen gefangenen *Ergates*-Käfern handelt es sich ausschießlich um Weibchen. Die Tiere müssen den Schlag aufgesucht haben, um dort an Stubben ihre Eier abzulegen. Ob sie nun für diesen Zweck frische Stubben vom letzten Schlag oder solche aus dem Winter 1928/29 oder 1927/28 suchten, muß dahingestellt werden, da die Eiablage nicht beobachtet wurde. Jedenfalls ist es nicht ausgeschlossen, daß die Weibchen ihre Eier an diesjährige Stubben ablegen, denn dafür spricht das Auffinden des Käfers an Fangstubben. Einen Reifungsfraß scheint *Ergates faber* nicht auszuüben; verschiedene eingezwingerte Tiere haben die ihnen angebotene Nahrung: Spiegelrindenstücke, Holzstücke mit grober Rinde, frisches Reisig, Himbeersaft nicht angenommen und sind nach wenigen Tagen nach der Einzwingerung gestorben.

Von den Rüsselkäfern waren, abgesehen von *Hylobius, Coniocleonus glaucus* F., *Strophosomus rufipes* Steph., *Sitona griseus* F. und *Brachyderes incanus* L. die häufigsten Vertreter. Von diesen war nur der letztere den ganzen Sommer hindurch auf der Fläche zu finden. Der Weißrüßler trat in sehr großen Mengen auf, jedoch war dieses Massenerscheinen bereits Ende Juni erloschen. Seine Lebensweise und wirtschaftliche Bedeutung ist, trotz seines häufigen, oft massenhaften Auftretens, bisher nicht sicher bekannt geworden. Man rechnet ihn deshalb meist zu den forstlich gleichgültigen Tieren. Doch ist die Richtigkeit dieser Behauptung nicht nachgewiesen. Im Gegenteil scheint er nach Untersuchungen von Lang (1882), Eckstein (1888) und neuerdings von Lebedev (1930) zu den Feinden der Kiefernjungpflanzen zu gehören.

In weit größerer Zahl als in der Tabelle angegeben ist, muß der Kiefernaltholzrüßler, *Pissodes pini* L., aufgetreten sein, denn bei Besichtigungen der Probeflächen wurde er oft recht zahlreich an Fangknüppeln fressend beobachtet. In dem dem Zoolog. Institut zugeschickten Material waren aber nur 3 Exemplare vertreten. Die Sammler haben ihn

sicher für *Hylobius abietis* gehalten und mit diesem zusammen gezählt. Auch bei Borkenkäfern sind die angeführten Zahlen sehr unvollständig; die Tiere wurden erst von Anfang Mai gesammelt, und gerade Ende April konnte man sie in Hunderten an Fangknüppeln beobachten.

Sehr zahlreich wurden in Fanglöchern während der ganzen Sammelperiode die Mistkäfer *Geotrupes silvaticus* Panz und *G. vernalis* L., sowie der Stierkäfer, *Ceratophyus typhoeus* L., angetroffen. Von allen gefangenen Tieren sind die Mistkäfer wohl die einzigen, die aus den Fanglöchern, ja sogar aus den 1 m tiefen Fanggruben, zu entkommen vermögen, indem sie sich in den Boden eingraben und sich allmählich emporarbeiten. Viele Mistkäfer werden von Raubinsekten, namentlich von Groß-Carabiden angegriffen und vernichtet.

Von den übrigen gefangenen Insekten verdienen noch die Raubfliegen *Laphria gibbosa* L. und *L. gilva* L., erwähnt zu werden. Diese wurden nur einmal in den Fanglöchern festgestellt, sie haben sicher dort ihre räuberische Tätigkeit ausgeübt. Auf der Schlagfläche waren sie namentlich im Juni sehr zahlreich vorhanden.

Die Wirbeltiere fanden sich während des ganzen Sommers verhältnismäßig zahlreich ein, nur die Mäuse und Spitzmäuse traten recht vereinzelt und nur bis Mitte August auf.

Über die Fauna der Rüsselkäfergräben findet man in der Literatur nur spärliche Angaben. Systematisch durchgeführte Untersuchungen liegen nur aus Südrußland (Greese 1928, Lebedev und Savenkov 1930) und Lettland (Brammanis 1926 und 1930) vor. Die Angaben von Kuhnt (Kranchers Entomologisches Jahrbuch 1909), die auch Scheidter in seiner Arbeit über die Bekämpfungsmaßnahmen gegen den großen braunen Rüsselkäfer (Forstwiss. Zentralblatt 1915) übernommen hat, haben einen so zufälligen Charakter, daß sie für biozönotische Untersuchungen nicht in Frage kommen können. Kuhnt hat nämlich an 3 Sammeltagen im Juni in der Nähe von Berlin in einem Rüsselkäfergraben sehr zahlreiche Carabiden und andere Insekten gefunden, dagegen nur 17 *Hylobius abietis*. Dabei war er nicht der einzige, der die Gräben abgesucht hat.

Die Arbeiten von Pospjeloff (Die Wirtschaft, 1910) und Schischkin (Entomologischer Anzeiger, Kiew 1914) enthalten manche wertvollen Angaben über die Fanggräbenfauna, jedoch behandeln sie nur die faunistische Zusammensetzung der Fangausbeute, ohne Zahlenangaben.

Beim Vergleich unserer Sammelergebnisse mit solchen von Greese, Lebedev und Savenkov[1]) ist die Übereinstimmung im Verlauf des

[1]) Die Arbeit von Lebedev und Savenkov („Die Bedeutung der Fanggräbenmethode für die Kenntnis der Insektenfauna der Kiefernbestände", Mitteilungen des Kiewschen Forsttechnischen Instituts, Bd. I, S. 321—339, 1930) behandelt nicht nur die Insektenfauna, sondern enthält auch die genaue floristische Beschreibung des Schlages und ist wohl die erste exakte statistische und auch biologische Untersuchung der Biozönose des Kiefernwaldes.

Auftretens der Insekten im großen ganzen nicht zu verkennen. Auch in Südrußland war die Dichtigkeit des Auftretens im Frühjahr am größten, sodann stieg die Zahl der Insekten allmählich ab, erreichte im Juli ihren Tiefstand und nahm im August wieder zu. Die Carabiden waren dort, wie auch übrigens in Lettland, die artenreichste Käferfamilie. Faunistisch unterscheiden sich die Fangergebnisse aus Südrußland von den unseren in Anbetracht der geographischen Lage der Versuchsorte naturgemäß recht erheblich.

Auch bezüglich der Zahl der gefangenen *Hylobius*-Käfer weichen die südrussischen Angaben von den in Melchow ermittelten, wesentlich ab. Lebedev und Savenkov fanden bei 22329 gesammelten Tieren nur 860 und Greese bei 9976 Tieren 1284 *Hylobius*-Käfer. Lebedev und Savenkov begannen aber erst am 18. Mai zu sammeln, also zu einer Zeit, da die Käfer bereits im Abnehmen begriffen waren. In Melchow wurden bis zum 18. Mai $^2/_3$ der Gesamtmenge von *Hylobius* gefangen. Greese hat für seine Versuche nicht den diesjährigen, sondern den vorjährigen Schlag mit einem Fanggraben umgeben; die relativ geringe Anzahl der gefangenen *Hylobius*-Käfer ist daher erklärlich.

Die Untersuchungen der Fanggraben-Fauna von Brammanis wurden vom 10. Juli bis 10. November (1926) bezw. von Mitte Sommer bis zum Beginn der Fröste (1930) ausgeführt. Ein Vergleich seiner Befunde mit jenen aus Melchow ist daher nicht gut möglich, faunistisch stimmen sie mit unseren Ergebnissen mehr oder weniger überein. Zahlenangaben führt Brammanis nur in seiner Arbeit 1926 für die häufigsten Tierarten an.

Die nach System und Zeit gegliederte Übersicht der Fanggrabenfauna kann weder vom Standpunkte der Forstwissenschaft, noch von jenem der angewandten Entomologie etwas Greifbares bedeuten. Sie sagt lediglich, welche Arten und in welcher Menge diese in verschiedenen Zeiten eines Sommers gelebt haben und das Unglück hatten, gefangen zu werden.

Der Forstmann pflegt die in seinem Walde abtretenden Tiere, insbesondere Gliedertiere, in Beziehung zu seinen Wirtschaftsbestrebungen zu setzen, den sie mehr oder weniger hindernd oder auch fördernd gegenüberstehen. Er unterscheidet schädliche und nützliche Tiere, und die, über deren Lebensweise er sich noch keine Reschenschaft gegeben hat, bezeichnet er als indifferent, d. h. als seinen Absichten weder fördernd noch hindernd entgegenstehend. Die beiden erstgenannten Gruppen werden dann oft in Unterabteilungen getrennt, je nach dem Grade der Schädlichkeit oder Nützlichkeit der betreffenden Arten, etwa „wenig schädliche, schädliche, merklich schädliche und sehr schädliche Tiere".

Der Begriff schädlich oder nützlich kann nur vom Standpunkte des Wirtschafters, also des Forstmannes, bewertet werden. Wenn wir aber die Fauna eines kleineren oder größeren Waldgebietes in Beziehung setzen zu den dort stockenden Forstkulturpflanzen, so versagt diese Einteilung,

weil die genannten Begriffe nicht aufrecht zu erhalten sind. Denn die Tiere und Pflanzen eines jeden Waldgebietes bilden eine Lebensgemeinschaft, in welcher es weder nützliche, noch schädliche, noch gleichgültige Tiere geben kann, da die Lebensgemeinschaft ein harmonisches Ganzes darstellt. In jeder Biozönose ist jedes Glied mittelbar oder unmittelbar von allen anderen abhängig.

Da in der Natur nichts ewig unveränderlich ist, muß auch jede Biozönose gewissen Änderungen unterworfen sein. Sie können katastrophal eintreten, oder die Veränderungen spielen sich für den Menschen als Beobachter in mehr oder minder langen Zeiträumen ab, so daß sie dem einzelnen Beobachter nicht zur Erkenntnis kommen können. Der zeitweise stärkeren Vermehrungsfähigkeit und dem infolgedessen eintretenden Überhandnehmen einer Art wird durch das Zusammenwirken der übrigen Glieder der Lebensgemeinschaft früher oder später wieder Einhalt geboten. Die Biozönose befindet sich in einem Zustand des labilen Gleichgewichtes, das ihr ganzes Gepräge bestimmt, und durch welches ihr weiteres Fortbestehen bedingt wird.

Durch vorübergehenden oder dauernden Eingriff des Menschen in Form von Kulturmaßnahmen wird die Biozönose beeinflußt, insofern als einzelne Arten begünstigt und gefördert, andere dagegen behindert und benachteiligt werden. Dies ist besonders bei Monokulturen der Fall.

Der kultivierten Pflanze ist vor allen anderen eine gewisse Vorherrschaft beschieden, und damit ist für den Lebensverein eine bestimmte Entwicklungsrichtung vorgeschrieben.

Wenn nicht wie bei landwirtschaftlichen Kulturen, in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen eine örtliche Neugestaltung durch Anbau und Ernte in einem gewissen Gebiet sich regelmäßig wiederholt, sondern wenn ein Glied derselben eine alle anderen überragendes Alter erreicht, so erleidet die Biozönose mit der Zeit eine allmähliche Veränderung. So ist es zu verstehen, daß die Biozönosen der Kiefernkulturen, der Kieferndickungen, der Stangenhölzer und des Altholzes ganz verschieden sind. Es genügt, auf die wichtigsten Tiere als Glieder dieser verschiedenen Lebensgemeinschaften hinzuweisen: *Hylobius abietis*, *Evetria buoliana*, *Pissodes piniphilus* und *Blastophagus piniperda*, wobei zu beachten ist, daß manche zwei oder gar mehr Altersstadien der Lebensgemeinschaft angehören können, wie Nonne, Spanner, Spinner und Eule.

Dieser Wechsel vollzieht sich im Laufe von 80—120 Jahren. Da aber der Abtrieb des Bestandes, abgesehen von Waldverwüstungen, durch einen der einen Altbestand heimsuchenden, oben genannten Schädlinge nicht auf überaus großen Gebieten, sondern in mehr oder minder kleinen und kleinsten Flächen erfolgt, so ist in der Lebensgemeinschaft Kiefernwald eine eigenartige in gewissen Zeitabschnitte eintretenden Umstellung der Tierwelt notwendig, die sich durch das Erscheinen der einzelnen

Arten, je nachdem diese auf die verschiedensten Altersstufen der Kiefer angewiesen sind, kennzeichnet.

Mit der Lebensgemeinschaft im Urwald ist jene des deutschen Wirtschaftswaldes nicht zu vergleichen, da im ersteren, abgesehen von katastrophalen Naturereignissen, nicht ganze Bestände verschwinden, wie es bei der Kiefernkahlschlagwirtschaft der Fall ist.

Inwieweit die Lebensgemeinschaft, vielmehr die Tiergemeinschaft, durch die Fanggrabenmethode gestört wird, ist ein Problem, welches vorläufig nicht gelöst werden kann und ein ferneres gründliches Studium erfordert.

Wir können nur mit Sicherheit behaupten, daß die Fauna einer Schlagfläche nach der Fangsaison sehr wesentlich reduziert wird, wir müssen aber zunächst annehmen, daß ihre artliche Zusammensetzung und das Verhältnis der Individuenzzahl der verschiedenen Arten im großen ganzen dasselbe ist, wie vor der Bekämpfung, daß also dieselbe Tiergemeinschaft im kleinen übrigbleibt. Denn der überaus größte Teil der Lebewelt auf dem Schlage, die Bodenfauna ausgenommen, besteht aus den am Boden wandernden flugunfähigen oder flugfähigen Tieren, die, wenn sie in Fanglöcher geraten, diese in der Regel nicht verlassen können. Nur für gute Flieger, wie Fliegen, Schlupfwespen, Schmetterlinge u. a. m. bietet das Fangloch kein Hindernis.

Aus der Darstellung ergibt sich, daß wir über die Lebensgemeinschaft der Kleintiere im Walde, speziell der Insekten noch nichts wissen. Wir können nicht die Fragen beantworten:

1. Welche schädlichen Nachwirkungen werden durch Verminderung der Fauna durch die Fanggrabenmethode hervorgerufen, und sind diese von längerer Dauer?

2. Wird die Bodenzersetzung durch Ausbleiben von „düngenden" Insekten (Mistkäfer) verzögert, und wie wirkt sich diese Verzögerung auf das Wachstum der Kulturen aus?

3. Wie lange wird es dauern, bis die Tiergemeinschaft wieder dieselbe Größe erreicht, wie vor dem Beginn der Bekämpfung?

4. Sind die auf dem Schlage gefangenen Tiere auf demselben entstanden, oder sind sie aus den Nachbarbeständen zugewandert und wann, und was haben sie mit dieser Wanderung bezweckt?

5. Wovon haben die Insekten im Altholz gelebt, das noch im letzten Herbst auf der Schlagfläche stockte, welche Arten waren es; was suchten die auf der Schlagfläche, oder wollten sie von dieser in den nächsten Altholzbestand fliehen?

6. An welchen Stellen lebten die gefangenen Tiere, welche Wanderungen nahmen sie vor im Interesse des Nahrungserwerbs und der Fortpflanzung?

Die Beantwortung dieser Fragen erfordert neues Studium von besonderen Gesichtspunkten aus unter Zugrundelegung der Ernährungs- und Fortpflanzungseigentümlichkeiten der einzelnen Arten, über die wir, hinsichtlich der meisten derselben, noch wenig oder gar nichts wissen.

Literatur.

Brammanis, L., Pētijumi par *Hylobius abietis* L. Augu aizsardzibas instituta darbibas pārskats par laiku 1925—1926. Riga 1926. (Lettisch.)

— — Zur Kenntnis der Coleopterenfauna des Saatkampschutzgrabens in der Oberförsterei Intschukalns (Hinzenberg). Folia Zoologica et Hydrobiologica Vol. II, Nr. 1, Riga 1930. (Lettisch, mit deutscher Zusammenfassung.)

Butovitsch, V., Beiträge zur Bekämpfung und Biologie des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis* L. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft Bd. II, 1931.

Greese, N., Zur Frage über die Bedeutung der Fanggräben als Abwehrmittel gegen den großen braunen Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.). Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen in der Ukraine, Heft IX, Kiew 1928. (Ukrainisch, mit deutscher Zusammenfassung.) Referat in Zeitschr. f. angew. Entomologie 1930.

Kuhnt, P., Entomologica varia. Die Käfergräben. Kranchers Entomologisches Jahrbuch. Leipzig 1909.

Lebedev, O., und Savenkov, O., Die Bedeutung der Fanggräbenmethode für die Kenntnis der Insektenfauna der Kiefernbestände. Mitteilungen des Kiewschen Forsttechnischen Instituts Bd. I, 1930. (Ukrainisch, mit deutscher Zusammenfassung.)

Pospjeloff, V., Jahresbericht der Kiewschen Entomologischen Station für das Jahr 1909. Die Wirtschaft Nr. 10—12, Kiew 1910. (Russisch.)

Scheidter, F., Über die Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis*. Forstw. Zentrlbl. 1915.

Schischkin, K., Die in Fanggräben der Kiewschen Oberförsterei gesammelten Insekten. Entom. Anz. Nr. 1, Kiew 1914. (Russisch.)

Erlebnisse mit Forstinsekten als Lausitzer Revierverwalter 1923—1930.

Von

A. Freiherr von Vietinghoff-Riesch, Neschwitz.

(Mit 9 Abbildungen.)

Seit ich im Frühjahr 1923 die Universität München verließ und die Verwaltung der väterlichen Forsten übernahm, habe ich in fast ununterbrochener Reihenfolge beinahe alle Forstinsekten des Lausitzer Kiefernwaldes praktisch kennen gelernt und eine Anzahl Massenvermehrungen erlebt, die mich — je nach ihrer Intensität — nur wissenschaftlich interessierten, mich beunruhigten, mir schwere Besorgnisse einflößten oder mich geradezu in Panikstimmung versetzten. Ich gebe diese Panikstimmung, die mich bei einer *Lophyrus*-Kalamität ergriff, und die sich in eine Serie von Telegrammen an alle möglichen Institute und Ministerien entlud, ruhig zu, denn sie war logisch gerechtfertigt, und ich konnte mich schließlich damals noch nicht auf die Unlogik der Natur so verlassen wie heute, wo nicht mehr das Insekt das Schreckgespenst ist, sondern die Unmöglichkeit des Absatzes, und wo man erst dann zur Axt greifen würde, wenn die letzten Reserven der Natur ausgespielt sind.

Die Betrachtungen sind nicht vom Gesichtspunkt des angewandten Entomologen geschrieben; ich glaube kaum, daß ich irgend etwas Neues in biologischer oder angewandt entomologischer Hinsicht erbringen kann. Sie sind vielmehr vom Gesichtswinkel des biologisch denkenden Privatwirtschaftlers geschrieben, dessen Direktiven besonders seit dem Abgleiten der Konjunktur um das Jahr 1928 nicht vom Gesetz des Möglichen, sondern des Unmöglichen diktiert waren. Als ich 1928 zum großen Gegenschlag gegen die zweite Generation von *Lophyrus pini* ausholte, hatte ich die Verantwortung über die runde Summe von Rm. 50000, die verausgabt oder gespart werden sollten, zu tragen, und ich bekenne, daß es mir eine fühlbare Erleichterung war, als ich aus dem Gang der biologischen Progression der Kalamität zur Überzeugung kam, daß die Verausgabung der Gelder nicht notwendig war, zumal ich schon die bittre Bemerkung: „Tant de bruit pour une omelette“ zu hören bekommen hatte; welche

Magenbeschwerden uns Kiefernwirtschaftlern der sächsischen Nordostlausitz dieses Omelette aber unter Umständen hätte bereiten können, davon wird noch die Rede sein.

Eine ganze Reihe Forstinsekten haben mich wissenschaftlich interessiert, ohne mich zu beunruhigen, weil ich bald merkte, daß ihre Bekämpfung zu nichts führte. In manchen Jahren konnte man z. B. das ganze Revier nach *Evetria buoliana* absuchen, ohne auch nur ein einziges Exemplar zu finden, dann plötzlich trat dieser Wickler geradezu massenweise auf, wurde aber sofort äußerst intensiv parasitiert und verschwand wieder auf Jahre von der Bildfläche. Im Gegensatz zu ihm ist *resinella* immer in gemäßigt latenter Form im Revier vorhanden, aber auch er erlebt manchmal solche Gradationen, daß besonders kümmernde Kiefernkulturen ausländischer Provenienz Pflanze für Pflanze befallen sind und die Wipfel der Altholzkiefern bis in die höchsten Zweige hinauf die Harzgallen aufweisen. Gerade dieser Mangel an Lokalisierung macht ja jede Bekämpfung illusorisch. Daß ich beim Auftreten von *Tortrix* (*Eulia*) *politana* jede mechanische Bekämpfung trotz des trostlosen Bildes, das eine befallene Kultur bietet, ablehne, konnte ich schon früher an dieser Stelle begründen.[1]) Im übrigen glaube ich nicht, daß in der Lausitz durch Tortricidenfraß je schon Bäume eingegangen sind, auch die Eichen vertrugen den Fraß von *Tortrix viridana*, zu dem sich 1925 noch der Frostspanner gesellte, recht gut, und es bleibt nur der allerdings unschöne Deformierungsschaden durch *buoliana*, der sich wohl meistens bei der ersten Reiserdurchforstung zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr ausmerzen lassen wird, ohne daß es zu einem in Geldbeträgen auszudrückenden Verlust kommt. Unvergeßlich wird mir übrigens das Millionenschwärmen von *Olethreutes palustrana* sein, eines ganz harmlosen auf *Dicraneen* lebenden Wicklers, der im Sommer 1929 in meinem Revier geradezu wolkenartig flog, eine Explosion, von der im nächsten Jahr auch nicht eine Spur mehr übrig blieb.

In bestimmten Kiefernkulturen, die sich noch nicht geschlossen haben, hört der Fraß unzähliger Forstinsekten im Turnus der Jahre überhaupt nicht mehr auf, und gerade diese Erscheinung verbunden mit den pilzlichen Erkrankungen, ist geradezu ein Fingerzeig dafür, daß unsere Kiefernwälder falsch aufgebaut sind, und daß die Summe der Wirtschaftsfehler eine — auch im natürlich gewordenen Kiefernwald des Flechtentyps vorhandene — gewisse innere Disposition zu Erkrankungen gewaltig gesteigert hat. Diese Neigung zu allen möglichen Krankheitserscheinungen wächst ins Unermeßliche, sobald aus einer verfehlten Wirtschaftsmethode auch noch eine falsche Provenienz die Kiefer schwächt, nur besitzt hier wahrscheinlich der Vernichtungswille der Natur einen vom höheren Gesichtspunkt aus notwendigen Selektionswert. Nach nassen Jahren werden diese Kulturen sehr stark von Schütte befallen, nach trockenen

[1]) Vgl. Zeitschr. f. ang. Entom. XIV, 3, S. 529ff.

von Insekten. Bestimmte Pflanzen-Individuen werden meist derart von einem Heer von Peinigern heimgesucht, daß sie fast das ganze Jahr über braun aussehen. Eine solche $5^1/_2$ ha große jetzt achtjährige Kultur zweifellos fremdstämmiger Provenienz hat kurz nach ihrer Gründung 1922 sofort einen schweren Nonnenbefall durchgemacht, den sie kaum überstanden hätte, wenn ich die Raupen nicht durch Schulkinder hätte ablesen lassen. Dann kam bis 1927 eine ununterbrochene Reihe von Schüttejahren, und als Folgeerscheinungen Verheidung. Nun wurde auch die Heide abgeplaggt, und schon durch diese Bekämpfungsmaßnahmen war so viel Kapital in den Bestand gesteckt worden, daß bei der geringen Bodenkraft an eine Verzinsung des fremdrassigen Bestandes gar nicht mehr zu denken ist. So blieb mir eigentlich nichts anderes übrig, als zu beobachten, was nun aus diesem Bestand hervorgehen wird, denn zu einer Neukultivierung ist es zu spät.

Man findet dort manchmal Nadeln, die von *Cryptocephalus pini*, *Luperus pinicola* und *Brachyderes incanus* gemeinsam befressen sind; im Terminaltrieb sitzt *Evetria buoliana*, an den Seitenästen *resinella*, in den Knospen *Teleia dodecella*, in den Nadeln miniert *Ocnerostoma piniariella* und in der Nadelscheide *Cecidomyia brachyntera*. Auch *Dioryctria mutatella* haben Schütze und ich in *Resinella*-Gallen zusammen mit den diese bewohnenden Larven gefunden. Das alles nährt sich von der kümmernden Kiefer, gleichzeitig oder sich ablösend, läßt der Pflanze zur Triebzeit im Mai, Juni etwas Ruhe und überfällt sie dann mit erneuter Wut, bis schließlich etwas kommt, das der Kiefer ganz den Garaus zu machen scheint, etwa *Lophyrus pini*.

Was eine Forstinsektenkalamität ist, davon hatte ich schon als Kind gewisse Vorstellungen, als ich um das Jahr 1905 gemeinsam mit den Schulkindern des Ortes, bewaffnet mit der Fliegenklatsche und einem Pappkarton, in den Kiefernwald zog, um Nonnenschmetterlinge zu sammeln und dabei öfter einmal einen *Dendrolimus* mit einsackte, den ich seitdem nie wieder im Revier gesehen habe (das einzige Insekt, von dem es verschont geblieben ist.) Ich erinnere mich sehr gut, daß ein alter Waldwärter von uns schon damals die Auswüchse der Bekämpfungswut (ein Ausdruck des viel zu hoch entwickelten blinden forstlichen Wollens) ebenso geißelte, wenn sie sich im Leimen der Kiefernbestände gegen Nonne zeigte, wie die Umwandlungswut, welche alle besseren Kiefernböden zu schlechten Fichtenträgern machen wollte.

Was ich dann nach dem Kriege als Studierender der Forstwissenschaft an Kalamitäten sah, waren vollzogene Tatsachen: *Typographus* bei München, Nonne in der Oberpfalz und in der Lausitz. Erst 1924 erfaßte mich der ganze Schrecken des mit elementarer Wucht einsetzenden Forleulenfraßes, wie er in seiner Größe als Ereignis nur vergleichbar war mit den riesigen russischen Waldbränden, die ich als 18jähriger erlebt hatte. Aber es fehlte die Erhabenheit des Elementes, und es blieb nur der lähmende

Eindruck einer mit rasender Geschwindigkeit sich vollziehenden Katastrophe. Jenseits der Reviergrenze werden ganze Flächen in wenigen Tagen braun, bröckelt das in ein Nichts zusammen, was Generationen geschaffen hatten und rieselt stündlich lebende Nadelsubstanz in Hekatomben von Kot nieder. In dieser Atmosphäre, deren niederschmetternder Eindruck nur durch das objektive Interesse an den Phänomen selbst neutralisiert wurde, trat dann die letzte Wendung der Katastrophe ein: die wieder sich in wenigen Tagen vollziehende Wandlung, als im fünften Akt dieser grandiosen Tragödie durch Verpilzung Millionen und Milliarden von Raupen abgetötet wurden. Dann die Bilanz: Das Feuer hatte ins eigene Revier nur hineingezüngelt, man hatte auf ein paar Hektar der autochthonen Entwicklung im Katastrophenjahr 1924 vorbeugen können, der Brand selbst war in sich zusammengebrochen, ehe er über dem Walde zusammenschlagen konnte.

Bis 1928 bleibt der Himmel nicht ungetrübt; aber es sind unbedeutende Forstinsektenschäden, mit denen der Revierverwalter sich herumschlägt. Er sieht z. B., daß Massenvermehrungen von Eichenwickler und Maikäfer ihm im Laubholzwalde nichts anhaben können, daß er aber im Kiefernrevier vom tiefen Umbruch der Kahlschläge zu oberflächlicher greifenden Grubbermethoden übergehen muß, weil im tief gelockerten Sandboden die Engerlingsschäden zu empfindlich werden. Er erkennt, wie schwer es ist, Aspennutzholz heranzuziehen, da der Besatz von *Saperda* ein geradezu unwahrscheinlich starker ist. Er zweifelt an der Möglichkeit, den jährlich wiederkehrenden Befall des Lärchenjungwuchses durch die Miniermotte irgendwie verhindern zu können, weil dieser ja nur das Symptom für die Unzulänglichkeit von Standort und geographischer Lage ist.

Im Sommer 1928 wird die Lage im Kiefernrevier wieder alarmierend; der Juni ist schon sehr trocken und im Juli herrscht große Dürre. Wenn man auf den Kirchturm steigt, sieht man nach Norden zu, wo das Land sich in die Norddeutsche Tiefebene breitet, gleichzeitig den Qualm mehrerer Waldbrände. Am 12. lodert das Feuer auch in meinem Revier hoch, und dort, wo es aus der lichterloh brennenden Schonung heraus in den Altholzbestand gesprungen ist, um als Bodenfeuer weiter zu brennen, ist der Keim zu einer ein Jahr später ausbrechenden Borkenkäfergradation gelegt, dem wieder ein Teil des Bestandes zum Opfer fallen soll (Abb. 1). Am 16. Juli wird der heißeste Tag seit Jahren verzeichnet, der leiseste Funke kann überall unübersehbares Unglück bringen. Nördlich vom Revier brennt es wieder. Am 24. Juli durchstreife ich die gefährdeten Zonen. Ein leichter brauner Schimmer in den Kronen des Altholzbestandes fällt mir auf, an dem das Feuer vor kaum zwei Wochen niedergekämpft wurde. Ich wundere mich über die schnellen Trockniserscheinungen und setze meinen Gang fort; aber der braunrote Schimmer bleibt auch da, wo das Bodenfeuer längst keine Ein-

wirkung mehr gehabt haben kann. Nun komme ich auf die trockenen Schottererhebungen, die den Namen „Hahneberge“ tragen, weil früher auf ihnen Kiefernkusseln standen, zwischen denen vor hundert Jahren die Birkhähne ihre Balzplätze hatten. Seit Aufhebung der Kontinentalsperre ist die Schafzucht hier oben unrentabel geworden, allmählich gewann das Holz an Wert und nach 1850 hat man große zusammenhängende und gleichaltrige Bestände mit hoher Stammzahl aufgeführt, die im 70. bis 80. Jahre jetzt ihrer einzigen Verwertungsmöglichkeit, der Erzeugung von Grubenholz, nahen.

Abb. 1. Sturm am 4. Juli 1929.
Bruch in Abt. 3a anschließend an d, gleichzeitig Eingehen der Altkiefern durch den Brand von 1928, dem ein Teil von 3d zum Opfer fiel, und durch Borkenkäferfraß.

Auch diese Bestände werden braun. Einen Augenblick lang durchfährt mich der Gedanke, ob die große Dürre wohl Schuld an der mir jetzt ganz deutlichen Farbenveränderung tragen könne; da fällt mein Blick auf eine dicke, gelbliche Larve, die auf der Bodenstreu kriecht. Plötzlich sind es mehrere, plötzlich sehe ich Larven auch am Stamme der zuwachsarmen Kiefer vor mir kleben —, und mit einem Schlage fällt es mir wie Schuppen von den Augen: du bist mitten in einer *Lophyrus*-Kalamität von vielleicht riesigen Dimensionen. Wohin ich eile, das gleiche Bild: überall werden die Bestände licht. Erst als ich die Schotterböden verlasse, diese glazialen Relikte, deren Lebensgemeinschaft so ungeheuer labil ist, erst als ich die zuverlässigeren Decksandschichten der tieferen Lagen betrete, gesunde dunkelgrüne Kiefernbestände in ihrer Frohwüchsig-

keit sehe, erst da löst sich die Spannung. Zunächst entlädt sich das Unwetter über den Belaufsförster, der biologisch völlig ungeschult das Aufflammen des Fraßes nicht sofort bemerkt hat; dann telegraphiere ich an Escherich, setze die Amtshauptmannschaft Bautzen, die ebengegründete Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz in Tharandt, das Wirtschaftsministerium, die Landesforstdirektion und die Fachkammer für Forstwirtschaft in Kenntnis. Als das alles geschehen ist, gewinne ich meine Ruhe

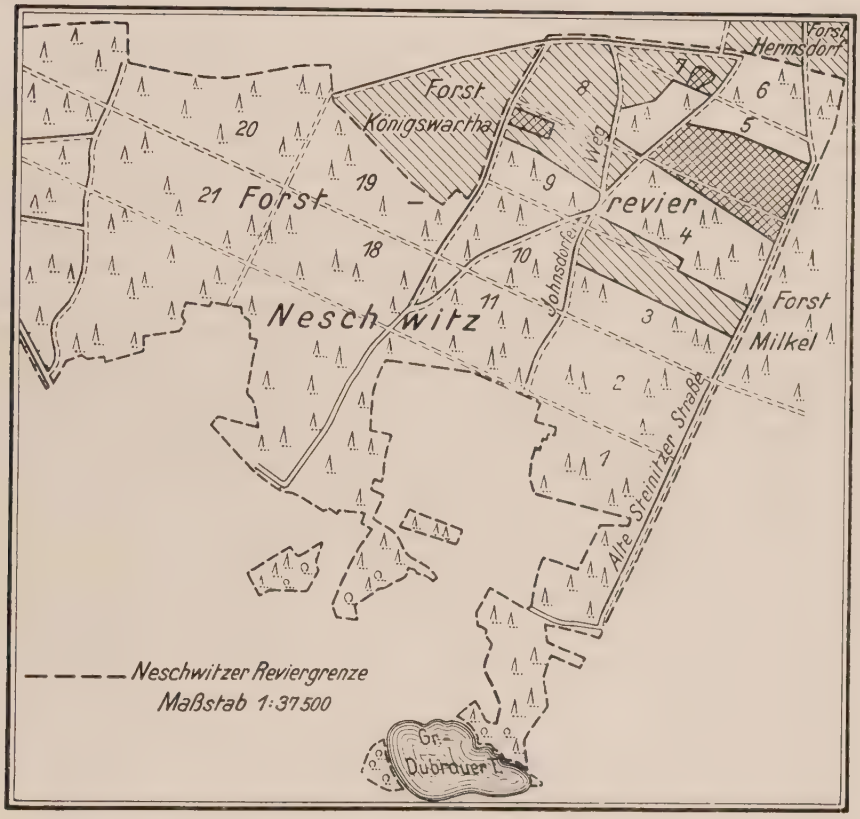


Abb. 2.

wieder. Es ist mir klar, daß die jetzt fressenden Afterraupen der I. Generation angehören und daß, falls es nicht gelingt bis zur Entwicklung der II. Generation alles mobil machen, das Geschick von Hunderten von Hektar Kiefernwald besiegelt sein kann.

Schon am nächsten Tage werden im Befallsgebiet des eigenen Revieres 3 Zonen ausgeschieden und auf dem Meßtischblatt kenntlich gemacht. Die Zonen starken Befalles mit 200—600 Afterraupen pro Stamm (I, schraffiert) (Abb. 2). Die Zonen schwächeren Befalles mit maximal 200 Raupen (II), und die Zonen des weiteren Befalles ohne Einzeluntersuchungen (III). Die Zone 1 ist 78 ha groß, umfaßt Altersstufen

von 13—90jährigen Beständen auf durchweg IV. und V. Standortsbonitäten (der Skala I bis V); sie umschließt nicht etwa ein umschlossenes Gebiet, sondern wird von Flächen der Zone II durchsetzt, welche geologisch die gleichen Böden einnehmen, aber mit wenigen Ausnahmen jüngere Altersklassen tragen. Der Spielraum liegt zwar auch hier zwischen dem 8. und 85. Jahr, das Flächendurchschnittsalter aber beträgt in der Zone II 33 Jahre gegen 65 Jahre der Zone I. Zwischen beiden Befallszonen liegen *Lophyrus*freie Gebiete, das sind Kiefernorte der jüngsten (1- 20jährigen) Altersklasse, die bis auf wenige Ausnahmen nicht befallen sind. Die Bestände der Zone III zeichnen sich zum Teil ökologisch von den Befallsorten der beiden anderen Zonen ab, sie stocken dann auf ausgesprochenen Talsanden mit Rohhumusauflagerung oder auf Diluvialsanden besserer Bonitäten

Zahlenmäßig am stärksten befallen ist ein 15 ha großer 90jähriger Altholzbestand der Abteilung 3, IV. Standortsbonität, der auf seinen recht gut entwickelten Kronen 5—6000 Raupen beherbergt[1]) (vgl. Abb. 2). Bei einer Durchschnittsstammzahl von ca. 650 Stämmen pro Hektar ergibt sich hier eine Gesamtzahl von ca. 5 000 000 fressenden Raupen oder auf den Hektar mindestens 325000 Stück. Im Verhältnis zur Kronenfläche ist aber die auf V. Standortsbonitäten stockende Abteilung 5 mit 2—300 Raupen pro Stamm viel schlechter dran. Rechnet man hier eine Stammzahl von 1000 Stück auf den Hektar und nur 200 Larven pro Stamm, so sind für diesen 70jährigen Bestand 200 000 Raupen pro Hektar gefährlicher als 325 000 im Befallsort IV. Bonität der Abteilung 3. Im ganzen fressen nach sehr vorsichtiger Schätzung auf den 77,63 ha der Zone I des Neschwitzer Revieres gleichzeitig mindestens 11 Millionen Afterraupen, auf dem Gesamtbefallsgebiet des Neschwitzer Reviers vielleicht die doppelte bis 3fache Menge. Von dieser Fläche sind 121 ha durch Stichproben kontrolliert und die 124 ha der Zone III lediglich durch Schätzung erfaßt.

Jetzt wenden auch die Nachbarreviere, von mir alarmiert, ihre Aufmerksamkeit auf den Fraß, und es gelingt mir, durch Rundfrage folgendes festzustellen: Es sind befallen

	stark (Zone I)	mäßig (Zone II)	schwach oder sporadisch (Zone III)	
Neschwitz . . .	77 ha	44 ha	124 ha	
Milkel	75 „	50 „	75 „	
Hermsdorf . .	60 „	40 „	30 „	
Königswartha .	30 „	130 „	130 „	
	242 ha	264 ha	359 ha	zusammen 865 ha

[1]) 1927 zählte Escherich bis 10000 Larven auf einem Stamme im Schwetzinger Wald. Forstw. Zentralblatt 1927, Heft 24.

Unter der Ahnung dieses niederschmetternden Ergebnisses sagt ein Bericht von mir an die Fachkammer für Forstwirtschaft am 26. Juli schon, daß bei normalem Ablauf der Kalamität die Verwaltungen dem Ereignis machtlos gegenüberstehen, falls der Staat nicht eingreife.

Am 28. Juli habe ich die zahlenmäßige Größe des Befalls klar vor mir, Ichneumoniden- und Tachinenbesatz ist durch die sofort vorgenommenen Untersuchungen gar nicht nachgewiesen worden und so kann ich am gleichen Tage aus vollster Überzeugung an die Kammer berichten: „Ich bin fest von einer Katastrophe im September überzeugt, wenn nicht ein Wunder (ganz ungewöhnliche Witterungsumschläge) oder ein künstlicher Eingriff (Bestäubung) geschieht. Wollte das Schicksal, ich täuschte mich!“

Bereits 6 Tage später wurde durch Vertreter der Fachkammer und der Landesforstdirektion eine Besichtigung des Hauptfraßgebietes der betroffenen vier Reviere vorgenommen und ihnen von den Besitzern an Ort und Stelle ein Protokoll folgenden Inhaltes übergeben:

Die am heutigen Tage versammelten Besitzer und Bevollmächtigten der sächsischen Privatforstreviere Milkel, Neschwitz, Königswartha und des preußischen Privatforstreviers Hermsdorf a. d. Spree sind durch die Massenvermehrung der Kiefernblattwespe auf großen Flächen, die ausschließlich mit Kiefern bestockt sind, ernstlich beunruhigt. Auf ca. 250 ha ist durch den Fraß der ersten Generationen der Kiefernblattwespe eine starke Lichtung der Kronen, stellenweise schon eine gänzliche Entnadelung eingetreten. Auf weiteren annähernd 300 ha ist ein mäßiger Befall, auf vielen hundert Hektar schwacher oder sporadischer Befall festzustellen. Allenthalben ist, durch die trockene Witterung begünstigt, die erste Generation zur Verpuppung — meist am Stamm oder im Grase — geschritten. Die Zeichen, daß die jetzt noch fressenden Larven von einer Krankheit — Schlaffsucht — befallen sind, können trügerisch sein. Auch wenn sie nicht zur normalen Verpuppung schreiten sollten, würde der bereits verpuppte Teil der Blattwespen genügen, um im September Kahlfraß auf großer Fläche der bedrohten Reviere hervorzurufen. Dazu kommt, daß der Kiefernspanner stellenweise in ungeheuren Scharen geschwärmt hat, und daß auch von seiner Seite im September/Oktober großer Schaden, in Verbindung mit der Blattwespe sogar katastrophaler Natur, zu erwarten ist.

Trotzdem bei Insektenkalamitäten öfters außergewöhnliche Umstände eine Prognose Lüge gestraft haben und die Natur in vielen Fällen selbst regulierend eingeschritten ist, sehen die Beteiligten die Gefahr diesmal für eine außerordentliche an, dies um so mehr, als sich bisher kein Parasitenbefall hat feststellen lassen. Daß größter Kahlfraß durch die Kiefernblattwespe und den Spanner vorgekommen ist, ist in der forstlichen Literatur bekannt.

Ferner ist sicher, daß gegen die Schädigungen, die im Herbst zu erwarten sind, nur Flugzeugbekämpfung mit 11prozent. Arseniaten wirksam werden kann. Die Kosten einer Bestäubung sind jedoch noch so hohe (40—70 Rm. pro Hektar), daß sie für die beteiligten Privatwaldbesitzer untragbar sind.

Die Unterzeichneten bitten die Fachkammer für Forstwirtschaft, bei den in Frage kommenden staatlichen Instanzen dahingehend vorstellig zu werden, daß in der nördlichen Oberlausitz tatsächlich schwere Gefahrenherde vorhanden sind, die leicht großen Umfang annehmen und auch auf staatlichen Besitz übergreifen können. Weiter betrachten sie ihre seit Jahrhunderten gepflegten Reviere in gewissem Sinne als Vermögen deren Erhaltung auch dem Staate wichtig sein muß (Steuerquelle). Die Fonds des Privatbesitzes sind nun seit der Nachkriegszeit derartig erschöpft, daß der Besitzer, der heute

mit großer Besorgnis der Massenvermehrung forstlicher Insekten entgegensieht, durch eine Bestäubung mittels Flugzeuges ebenso hart betroffen werden würde, wie durch die Vernichtung seiner Wälder.

Sollte es sich daher ermöglichen lassen, daß der Staat als Hüter volkswirtschaftlich wertvollen Gutes die Bekämpfung der Gefahrenherde auf eigene Kosten übernimmt, so würden die Unterschriebenen darin ein Zeichen der Weitsichtigkeit forstpolitischer Einstellung sehen und dem Staate für die Erhaltung des Waldes stets nur tiefsten Dank zollen.

Milkel, Neschwitz, Königswartha, (Hermsdorf a. d. Spree), den 1. VIII. 1928.

Das Schreiben wurde vom Wirtschaftsministerium günstig aufgenommen, und es wurde schon am 4. August eine Sitzung anberaumt, zu der ich als Vertreter der betroffenen Waldbesitzer geladen war. Sie wurde dann um 4 Tage verschoben, weil inzwischen noch eine Besichtigungsreise des Leiters der Tharandter Hauptstelle für Pflanzenschutz stattfinden sollte. Diese Verschiebung war für mich, wie sich dann herausstellte, sehr vorteilhaft, da ich inzwischen das überraschende Ergebnis einer am 2. August vorgenommenen Probesammlung von 100 Puppen und 100 Larven erhielt, das in meine sehr kriegerische Stimmung den ersten Tropfen Balsam einflößte und das von den 8 Tage vorher vorgenommenen Untersuchungen stark abstach:

Von 100 Konkons waren 37% parasitiert, 4% krank, während 59% gesund und in allen Stadien der Entwicklung zur Imago begriffen waren. Von 100 eingezwingerten Larven waren 50% zur Verpuppung geschritten, 23% fraßen noch, 2% verpuppten sich gerade und 25% waren abgestorben und parasitiert.

Immerhin lag zum Frohlocken nicht der geringste Anlaß vor, denn die Zahl der gesunden Individuen mußte immerhin noch genügen, um den Kiefern beim 2. Fraß in ein und demselben Jahre den Rest zu geben. Auch Prell betonte auf der entscheidenden Sitzung in Dresden am 8. August, daß man nur mit größter Besorgnis dem Verlauf der 2. Fraßperiode entgegensehen könne, wenn sich auch bei früherem Auftreten der Kiefernblattwespe, so im Jahre 1904, die Natur gewöhnlich selbst geholfen habe.

Die Sitzung selbst endete für mich nur mit einem Teilerfolg. Das Wirtschaftsministerium vertrat den Standpunkt, daß unbedingt die Waldbesitzer $^3/_5$ der Kosten zu tragen hätten[1]) und erklärte sich auch nur zur Tragung von $^2/_5$ bis zu einem Höchstbetrag von 10 000 Rm. bereit. Da ich mit einer Bestäubungsfläche bis zu 1000 ha rechnete, war ich auf 50 000 Rm. Gesamtkosten gefaßt, und die in Aussicht gestellten 10 000 Rm. des Staates boten mir einen schwachen Trost. Nur die Hauptherde zu bekämpfen hielt ich aber für unmöglich, einerseits infolge ihrer diskontinuierlichen Lage, andererseits auch aus dem Grunde, weil aus den Zonen II ja neue Eruptionsherde entstehen mußten und die Bestäubungs-

[1]) In Sachsen ist die Schädlingsbekämpfung im Walde durch Gesetz obligatorisch.

summe je Hektar um so höher wird, je mehr zwischenliegende Fläche von der Bestäubung ausgeschlossen wird.

Den Beginn des gefürchteten zweiten Fraßes hatte ich etwa auf den 24. August einkalkuliert. Es galt also mit den Vorbereitungen nicht zu zögern und sich auf alles vorzubereiten. Da ereilte mich der erste wirkliche Mißerfolg: Ich brauchte von den Besitzern der betroffenen Reviere Vollmachten für die Verhandlungen mit den Bestäubungsfirmen und überhaupt für alle notwendigen Maßnahmen und bereiste zu diesem Zwecke persönlich die Verwaltungszentralen. Dabei erklärte mir einer der Herren, dessen Befallsherd sich zwischen die seiner Nachbarn tief hereinschob, daß er sich von jeder Beteiligung ausschlösse, und daß ihm ein Kahlfraß mit nachfolgendem Abtrieb seiner Bestände lieber sei, als die geforderte $^3/_5$-Beteiligung an den entstehenden Kosten.

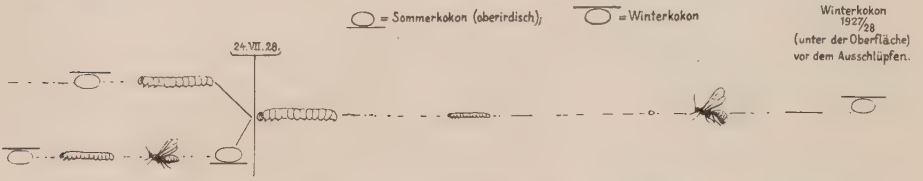
So fiel ein wesentlicher Stützpunkt weg, und die Front war durchbrochen. Trotzdem mußte weiter gehandelt und verhandelt werden. Ich trat sofort mit der Firma Schering-Kahlbaum in Verbindung, zumal ich ein akzessorisches heftiges Auftreten des Kiefernspanners befürchten mußte. Es sollte alles bereit sein, um bei dem erwarteten Ausbruch innerhalb 8 Tagen mit der Bestäubung einsetzen zu können. Vorläufig wollte ich wegen des Limits des Staates die Gesamtkosten der Bestäubung nicht höher als mit 16 000 Rm. einsetzen, war mir aber klar darüber, daß mindestens die dreifache Summe aufgebracht werden mußte. Der Einsatz des Flugzeuges sollte zwischen dem 15. und 20. September stattfinden.

In dieser kritischen Lage verfolgte ich die Weiterentwicklung der Kalamität aufs schärfste und hatte am Nachmittag des 15. August ein Resultat gewonnen, das mich gleichzeitig überraschte und mit größter Hoffnung erfüllte. Der Tatbestand war folgender:

Die Ende Juli fressenden Larven gehörten nicht, wie man annehmen mußte, einer geschlossenen Generation an, nur ein Teil von ihnen schritt Ende Juli/Anfang August (allerdings immer noch in Massen) am Stammanlauf, im Grase — bevorzugt wurden die Halme von *Molinia caerulea* — und in der Heide, nicht aber unter der Bodendecke zur Verpuppung. Das war ja soweit der normale und gefürchtete Ablauf. Diejenigen Larven jedoch, die um diese Zeit noch immer keine Anstalten zur Verpuppung trafen, zeigten eine auffallende Trägheit und erreichten, wenn sie abgeweht wurden, nicht einmal wieder die Kronen. Sie verpuppten sich dann schließlich auch nicht oberirdisch, sondern gingen unter die Moosstreu zur Verpuppung, und es war bereits zu erkennen, daß ihre Entwicklung biologisch einen ganz anderen Verlauf nehmen würde: Sie bereiteten sich zur Überwinterung vor.

Zur Erklärung dieses Phänomens kann man auf verschiedene Hypothesen zurückgreifen:

A. Es kann sich um die Spaltung der bisher einheitlichen Generation handeln.



B. Es kann sich um das gleichzeitige Vorkommen zweier Generationen handeln.

C. Es kann sich um zwei zeitlich verschiedene Schübe von Nachkommenschaft solcher Wespen handeln, die zu verschiedenen Zeiten aus den Winterkokons 1927/28 hervorgegangen sind, wovon der spätere Schub die zweite Generation überschlagen hat.

Wenn man aus dem Verlauf der Entwicklung des Insektes im darauffolgenden Jahre Rückschlüsse auf das Jahr 1928 machen könnte, würde die Erklärung C, die auch Prell vertritt, die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben. Für A, für das Vorhandensein also einer bis dahin einheitlichen Generation, spricht eigentlich nur das Schlagartige, Urplötzliche der Katastrophe, und die Spaltung könnte mit den bereits eintretenden Erschlaffungszuständen zusammenhängen.

Konnte ich allein schon den Gefahrenkoeffizienten durch den teilweisen Ausfall einer zweiten Generation um rund 50% herabmindern, so waren von den restlichen Gefahrbringern wiederum nur 60% entwicklungsfähig, der Rest durchweg von Ichneumoniden und Chalcidiern, nicht jedoch von Tachinen, parasitiert. Am 18. August war das Bild der Entwicklung noch klarer: In den Baumkronen der am heftigsten befallenen Bestände (z. B. Abt. 3a) war von einer Eiablage oder von jungen Lärvchen nichts zu spüren. In der Bodenstreu lagen durchschnittlich pro qm 10 Kokons, die aber erst 1929 zur Entwicklung gelangen konnten, und auch von diesen waren 70% bereits von Parasiten vernichtet. Von der mit Bangen erwarteten Herbstgeneration keine Spur. Auch vom Kiefernspanner nicht.

Am 18. August wurde die Bekämpfung auf der ganzen Front abgeblasen. Der Herbst verging ruhig, und es geschah etwas Merkwürdiges:

Die im Sommer am stärksten befallenen Bestände blieben von der 2., der Rumpfgeneration, ganz verschont. Dagegen flammte — sehr spät — Mitte November in einem Revierteil, der im Sommer nur schwach und sporadisch befallen gewesen war, der Fraß heftiger auf und in einem 43jährigen Bestande, der im Sommer befallsfrei gewesen war, sogar so heftig, daß hier nesterweise Kahlfraß entstand und auf den ersten Angriff des Insektes hin eine ganze Menge Dürrholz anfiel. Auch sonst zeigte es sich, daß diese auf trockenen Sanden stockenden enggeschlossenen mittelalten Bestände von etwa 45 Jahren den Folgen des einmaligen Fraßes gegenüber wenig widerstandsfähig waren. Am schnellsten gingen Überhälter und Randkiefern ein.

Trotzdem also Teile der 2. Generation, ich möchte sagen, nachträglich noch zur Entwicklung kamen, blieben die Befallsherde der Zone I ganz verschont, die Zone II wurde stellenweise stärker befallen, die befallsfreien Flächen des Sommers am stärksten. Vor allem gingen aber die Individuen dieser späten Generation hemmungslos auch in Kulturen über.

Ist die Sorge für 1928 gebannt, so scheinen sich über dem hereinbrechenden Jahre 1929 die Wolken um so schwerer zusammenzuziehen. Am 14. Dezember erhalte ich vom Münchener Institut die Mitteilung, daß von 10000 von mir eingesandten *Lophyrus*larven 45% parasitiert, 3% verjaucht und 52% gesund sind. Aus dem Milkler Revier werden sogar 62% als gesund gemeldet. Seit Mitte Dezember hat der außerordentlich schwere Winter eingesetzt, dessen tiefe Schneelagen bis Anfang April alle Probeuntersuchungen unterbinden. Aus Westsachsen treffen bedrohliche Mitteilungen über die beginnende Gradation des Kiefernspanners ein, aber meine nach Abtauen des Schnees vorgenommenen Untersuchungen ergeben, daß in mehreren Abteilungen des Neschwitzer Reviers (auf 270 ha bedrohter Fläche) überhaupt keine Spannerpuppen liegen, in anderen pro qm 1 bis 1,2 (die Probeflächen sind stets 4 qm groß); nur in einer Abteilung wird ein durchschnittlicher Belag von 8 Puppen pro qm festgestellt. Erschreckend dagegen das Ergebnis, soweit es *Lophyrus pini* betrifft: Die Stellen des Sommerfraßes in Zone I sind wieder am stärksten belegt. In der Abteilung 3a liegen am Wurzelanlauf einer einzigen Kiefer in einem Umkreis von 4 qm bis zu 910 Kokons, in der Abteilung 10 sogar 1170. Auch auf Probeflächen, die auf Bestandslücken eingelegt werden, finden sich manchmal pro qm 100 Stück. Die Verpuppung unter Moos wird auf jeden Fall der unter Heidefilz vorgezogen, die weitaus meisten Kokons finden sich am Stammanlauf. Unter den befallenen Abteilungen sind dabei wesentliche Unterschiede: Die Abteilung 10 hat einen 50 mal stärkeren Belag am Stammanlauf als die Abteilung 1.

Von 10000 ans Münchener Institut eingesandten Larven sind am 11. April wieder 62,5% gesund, 26,6% parasitiert und 10,9% vertrocknet.

Am 16. April mache ich auf den am schwersten bedrohten Böden der Abt. 8 und 9 einen Versuch mit Hühnereintrieb. In zwei Hühner-

wagen werden Reichshühner und Leghorns hinausgebracht, die tagsüber von zwei Mädchen bewacht (Abb. 3) und nachts in den Hühnerwagen eingeschlossen werden, wo sie auch ihre Eier ablegen sollen (Abb. 4). Als zusätzliche Fütterung erhalten sie etwas Grünes und sogenannten Gritt, außerdem müssen sie stets Wasser haben, das in einer Tonne bereit gehalten

Abb. 3. Mädchen mit Reichshühnern.
1. Lophyrusgebiet, Rev. Neschwitz.

Abb. 4. *Lophyrus pini.*
Eintrieb von Hühnern Anfang Mai 1929. Der Hühnerwagen; 1 Henne hat gerade 1 Ei gelegt.

wird. Da die — etwas faulen — Reichshühner (Abb. 5) aber auch die lebhafteren Leghorns zu viel Zeit beim Scharren verlieren, wird alle paar Tage der Neumann-Hilfsche Waldigel herausgebracht (Abb. 6), in dessen Spur sich die meisten Hühner dann sklavisch aufhalten (Abb. 7). Allerdings finden wir auch, selbständige Hühner, die bald herausbekommen

Abb. 5. Hühnereintrieb gegen *Lophyrus* Anfang Mai 1929.

Abb. 6. Hühnereintrieb gegen *Lophyrus pini* Anfang Mai 1929. Der Waldigel bei der Arbeit.

haben, daß in der Nähe eine alte verfallene Wildfütterung steht und sich zu unserem Ärger, sobald sie sich unbeobachtet fühlen, dorthin verziehen (Abb. 8).

Durch Stellungswechsel, bei dem die Hühner erst immer rückwärts durchzubrechen versuchen, und der dann nur noch abends vorgenommen

wird, erreichen wir, daß von durchschnittlich 83 Hühnern in 45 Tagen 12 ha intensiv durchgescharrt werden, so daß die Tagesproduktion eines Huhnes 32 qm beträgt.

Mit den Hühnern aber geht nicht alles so glatt ab. Einige Hennen gewöhnen sich das Eierfressen an und müssen geschlachtet werden. Eine von ihnen hat im Magen nur 20 Spannerpuppen, keinen *Lophyrus*kokon. Die eifrigen Leghorns scheinen überhaupt Spannerpuppen den *Lophyrus*-kokons bei weitem vorzuziehen, auch entfernen sie sich weit vom Zentrum und legen ihre Eier ins Freie, was die anderen Hühner ansteckt. Die Eiproduktion sinkt überhaupt außerordentlich stark und wird an kalten Maitagen gleich Null.

Abb. 7. Hühnereintrieb Mai 1929. *Lophyrus pini*. Die Hühner in der Spur des Waldigels.

Abb. 8. Hühnereintrieb gegen *Lophyrus pini* Anfang Mai 1929. Die Hühner haben sich unter die alte Wildfütterung verzogen.

Über die Leistungen des einzelnen Huhnes geben folgende Untersuchungen Aufschluß:

Ein Hahn hat 650 Blattwespenkokons und 50 Spannerpuppen im Magen.

Ein mittags geschlachtetes Huhn hat

	*Lophyrus*larven im Kokon	Spanner	*Sphinx*	Forleule	Elateriden	Sonstiges
im Kropf .	97	79	3	1	19	5
im Magen .	ca. 200	?	?	?	?	?

Das „Sonstige“ besteht aus 1 Carabiden, 2 Tipulidenlarven, 1 Tausendfüßler, 1 *Anthomyia*larve.

Man kann folgende ganz interessante Rechnung aufmachen: Nimmt man nach Frhr. v. Spiegel eine 5 malige Kropffüllung des Huhnes als normale Leistung an (Hühnerzüchter finden das zu hoch), so ergibt die Tagesleistung eines Huhnes

Lophyrus	500	
Spanner	400	
Sphinx	15	
Elateriden	100	(nützliche!)

Von den 63 Reichshühnern der ersten Eintriebsperiode würden demnach an einem Tage an Schadinsekten vertilgt werden

ca. *Lophyrus*	31 000	(60%)
Spanner	25 000	
Sphinx	1 000	
Forleule	300	
zusammen	58 000	Stück, hiervon

ca. 45 000 gesunde.

Die Wochenration dieser Hühner würde

ca. 400 000 Stück kranke und gesunde oder
ca. 315 000 Stück nur gesunde

betragen.

Bei einem Durchschnittsbelag von ca. 60 Stück pro qm, (diese Zahl ist aber naturgemäß sehr schwer genauer festzustellen) würden pro ha 600 000 Schädlinge lagern, von ihnen 360 000 gesunde. Durch 63 Hühner würde also theoretisch in sieben Tagen ca. 1 ha gesäubert werden können, oder pro Huhn und Tag 23 qm. Daß diese Rechnung ungefähr auch in Wirklichkeit stimmt, beweist die auf anderem Wege gemachte Erfahrung, wonach pro Huhn eine Durchschnittsleistung von 32 qm täglich errechnet wurde (vgl. S. 647). Die Säuberungsintensität — denn nicht jeder Schädling wird ja gefunden) mit 70% angesetzt, geht die Rechnung glatt auf.

Nicht so einfach sieht die Geldbilanz aus. Rechnen wir auf Ausfall an Eiern für eigene und Miete für 40 fremde

Hühner[1])	161,— Rm.	
Bewachung der Hühner und Verlust	207,— Rm.	
Ausgaben für Gespanne usw.	30,— Rm.	
	Sa. 398,— Rm.	Ausgaben
Dagegen Ersparnis an Futter	Sa. 53,— Rm.	Einnahmen
	Sa. 345,— Rm.	Gesamtausgaben

so kostet der Hektar Hühnereintrieb 29,— Rm. In Wirklichkeit ist uns aber das Unternehmen teuer zu stehen gekommen: Die Hühner waren gründlich verdorben, die Eiproduktion blieb lange noch unter normal, infolge Eiweißerkrankung müssen manche Hühner noch nachträglich abgeschlachtet werden. Es wäre mir niemals möglich gewesen, ohne Aufwendung erheblich höhere Mittel die genügende Zahl von Hühnern für einen großen Waldkomplex zu erhalten (es sei denn käuflich), zumal ich mit einem viel höheren Risiko hätte rechnen müssen.

[1]) Die Leihgebühr betrug pro Huhn und Tag 12 Pf.

So wurde diese 12 ha große Insel, auf der die Hühner eingetrieben worden waren, durch die Einwirkung der Umgebungsflächen ebenso wieder überschwemmt, als wenn nichts geschehen wäre, und gerade hier mußte infolge des *Lophyrus*-Spannerfraßes im Herbst 1929 ein Kahlschlag von 3 ha eingelegt werden. (Abb. 2, doppelt schraffiert.)

Die Entwicklung der im Kokon eingeschlossenen Larven zum Imaginalstadium ging inzwischen so gut wie gar nicht vorwärts. Am 13. Juni flogen die ersten Wespen ganz spärlich im Revier, trotz genauester Kontrolle gelang es nicht vor dem 2. Juli, der ersten jungen Larven habhaft zu werden. Eine Woche zuvor hatte mir das Münchner Forstzoologische Institut mitgeteilt, daß sämtliche von mir mitgesandten Parasiten der Gattung *Exeuterus marginatorius* F. angehörten, den das Institut in riesigen Mengen aus meinen Larven auch selbst gezogen habe.

Während am 26. Juni bei strömendem Regen schlagartig im ganzen Revier ein ungeheures Schwärmen des Kiefernspanners beginnt und die ganze Aufmerksamkeit des Forstpersonals absorbiert, spielt sich der 5. Akt des *Lophyrus*dramas sozusagen im Stillen ab. Durch Probefällung wird am 1. Juli festgestellt, daß in den am meisten gefährdeten Abteilungen noch keine Larven fressen, auch Eier sind nicht zu entdecken. In der Abteilung 8 ist die Maximalzahl der Larven in einer Krone 30, in der am schwersten bedrohten Abteilung (9) 65. In beiden Fällen handelt es sich um gut benadelte Kronen, denen dieser Fraß noch nichts anhaben kann, falls er sich nicht verstärkt.

Mitte Juli ist die lang hinausgezögerte I. Larvengeneration endlich doch zur Entwicklung gekommen und frißt in einigen Revierteilen, die von ihr neu okkupiert sind, aber auch im alten Lieblingsgebiet wieder sehr stark. Am 24. Juli, dem Jahrestag meines großen Schreckes finde ich — seelisch diesmal gefestigter — an *Molinia*halmen die ersten ganz frisch versponnenen Kokons der neuen Generation und kann einige Tage darauf gleichzeitig feststellen:

Kokons der Larvengeneration vom Sommer 1928,
Imagos der Generation vom Sommer 1928 (noch im Kokon, aber ausschlüpfend),
Larven der I. Generation des Jahres 1929,
Kokons der I. Generation des Jahres 1929.

Aber nur die wenigsten gelangen zur Verpuppung. Eine massenweise Parasitierung tritt ein, die meisten Larven werden zusehends schlaff. Im August 1929 kann die Kalamität als erloschen gelten. Was dann im Herbst und Winter noch als Kokon im Boden lagernd gefunden wird, ist parasitiert oder tot.

Das eigentliche Erbe der Buschhornblattwespe hatte inzwischen der Spanner angetreten. Im übrigen war *Lophyrus* doch nicht so ganz von der Bildfläche verschwunden, wie ich geglaubt hatte. Das bis Anfang Juli 1930 herrschende abnorm trockene Wetter hatte aus dem „eisernen

Bestande“ wohl ungeahnte Nachkommenschaft entstehen lassen. Von Ende September 1930 an entstanden Naschfraßherde am Rande des 20 ha großen Schlages, den ich als Folge des *Lophyrus*-Spannerfraßes im Herbst 1929 hatte einlegen müssen, in einer 7jährigen noch nicht geschlossenen Kultur; im Oktober war die ganze Westfront von ihr erfaßt und stand rot und entnadelt wie nach einem Waldbrande da (Abb. 9). Im November hatte der Fraß wieder ganze Revierteile überflutet.

Da seit Anfang Juli 1930 die Dürre einer ausgesprochenen Nässeperiode gewichen ist, scheint nunmehr der Gradation von *Lophyrus pini*

Abb. 9. Lophyrusfraß 1930. Großkahlschläge, Provenienzschäden und Insektenfraß.

endgültig ein Riegel vorgeschoben zu sein. Man findet fast keine entwicklungsfähigen Kokons im Boden. Aber ich bin vorsichtig geworden, gerade diesen unberechenbaren Insekten gegenüber und sage „scheint“; und was heißt schließlich „Riegel“?

Das Drama Kiefernspanner war im Sommer 1929 allmählich in eine Phase gerückt, die man auch im Theater mit „Wendung,“ „Katastrophe“ bezeichnet. Am 1. Juli wurden an schwachen Kiefernstämmen der Abteilung 5 je Krone noch bis zu 160 Eier gezählt, in anderen Abteilungen erheblich weniger. Von den Eiern waren viele trichogrammiert, aus manchen dagegen war das winzige Einhäuterräupchen schon ausgekrochen.

Während aus Nordwestsachsen die Nachrichten über Spannergefahr immer beunruhigender werden, habe ich mir im Laufe des August, als sich trotz der anhaltenden großen Dürre immer noch keine Schäden be-

merkbar machen (es ist eine Atempause, denn auch *Lophyrus* ist ja tot!), die Hypothese zurecht gezimmert, das große freigewordene Parasitenreservoir von *Lophyrus pini* habe sich nunmehr über den Spanner gestürzt und ihn vernichtet. Wie gut war es also gewesen, die Buschhornblattwespen nicht durch einen radikalen Vernichtungsfeldzug ganz auszurotten! Ich verteidige diese Theorie noch am 2. September eifrig auf einer Waldbesitzerversammlung in Bischofswerda.

Aber schon naht ein neuer „dies irae dies illa", der 9. September. Auf den Flächen der Abteilung 5, die sich kaum vom *Lophyrus*fraß 1928 dürftig erholt haben, weiter in allen Mittel- und Altholzbeständen der Abteilungen 7—10 tobt ein fürchterlicher Spannerfraß. Wenn man von den nur schwach ergriffenen tiefer gelegenen Bestandsrändern der Abteilung 3 nach Osten gegen die Schotterhöhen der Hahneberge blickt, gewahrt man schon jenen eigentümlichen cremefarbenen Schimmer, der ein so untrügliches Symptom für den Spanner ist. Die Raupen sind jetzt etwa 2 cm groß. Und nun dauert es nur kurze Wochen, bis dieser etwas unheimliche Schimmer in ein fahles Weiß übergeht: Die Nadelsubstanz ist bis auf die weißlichen Rippenreste aufgezehrt.

Am 10. Oktober ist das Schicksal der am schwersten heimgesuchten Bestände entschieden, die jetzt 3—4 cm großen Raupen beginnen allenthalben von den Bäumen niederzusteigen und sich vereinzelt am Boden zu verpuppen. Dort finde ich auf 4 qm Bodenfläche unter Hypneenmoos

6 grüne Raupen
3 Puppen
} von *Bupalus piniarius*,
1 Puppe von *Noctua griseovariegata*,
einige *Lophyrus*kokons vom Sommer 1928,
einige *Lophyrus*kokons verpilzt und leer,
Exuvien vom Spanner aus dem Frühjahr 1929.

Erst jetzt tritt auch bei der ins Herbstwandern gekommenen Vogelwelt eine Reaktion und Konzentration auf. Die durch die intensive Forstkultur ja viel zu sehr geschwächte endemische Vogelwelt hat bisher weder dem Spanner noch *Lophyrus* gegenüber die leiseste Einwirkung ausüben können. Im Fraßzentrum finde ich am 10. Oktober zahlreiche Buchfinken und vor allen Dingen sehr zahlreiche Bergfinken, deren gemischte Scharen in ihrer Vertilgungsarbeit von einem eifrig jagenden Sperberpaar dauernd in Bewegung gehalten werden. Auch Singdrosseln hat ihr Trieb hierher geführt, sie streifen in losen sozialen Gefügen herum, während die in kleinen Trupps über das Gebiet streichenden Wiesenpieper, Feld- und Heidelerchen nichts mit dem Fraß zu tun haben.

Auch am 18. Oktober beobachte ich die noch sehr beweglichen und ziemlich direktionslosen gemischten Berg- und Buchfinkenscharen, einzelne Buntspechte und eine größere Gesellschaft von Kohl-, Hauben- und Tannenmeisen, gelbköpfigen Goldhähnchen und einer Blaumeise. Im geschlossenen Altholze fühlt sich diese Gesellschaft gar nicht sicher, sie

durchstreift es sehr schnell. Wo sich die ihr angehörenden Vögel dagegen vor Angriffen geschützter fühlen, ziehen sie sehr richtungsbestimmt und langsam vorwärts und wahren den inneren Zusammenhang auch dann, wenn sie auf die Bergfinkenschwärme unversehens stoßen. Von allen Vögeln werden Belegexemplare geschossen und alle haben sich natürlich an die bequeme Spannernahrung gehalten, ja die Bergfinken sind trotz ihrer Unruhe und Unbeständigkeit fett wie die Wachteln.

Am 12. November sind nur noch Meisen in den befallenen Beständen zu finden. Alle Zugvögel haben sie verlassen. Am Morgen herrscht leichter Frost. Die Raupen steigen massenweise vom Stamm, die meisten haben Krankheitssymptome. Das Urteil über 20 ha dieses Befallsherdes ist gesprochen, am 18. wird mit dem Einschlag begonnen. Am 21. November, während schon der Klang der Äxte die Stille dieser entlegenen Revierteile unterbricht, ist die letzte Raupe von den Kronen verschwunden, die Verpuppung im Boden geht aber noch sehr sporadisch vor sich. An vielen Stellen finden die Arbeiter bei ihrem Vordringen Spuren der Wühlarbeit des Dachses!

Trotzdem die Lage bei Beginn des Spannerfraßes gewiß noch schlimmer war, als ein Jahr zuvor, ließ ich es, als ich Anfang September meine Hoffnungen getäuscht sah, ruhig auf einen großen Kahlschlag ankommen, der dann auch rund 100 Morgen, davon 80 zusammenhängend, betroffen hat. (Abb. 2, doppelt schraffiert.) Am 21. Oktober teilte ich der Fachkammer mit, an eine höhere Kosten verursachende Bekämpfung, die außerdem — wie die Spannerbekämpfung mittels Arsenpräparaten — nicht von durchschlagender Wirkung zu sein brauche, könnte nicht gedacht werden, da die Geldmittel des Grundbesitzes völlig erschöpft seien. Die größte Sorge der Revierverwaltungen sei auf rechtzeitige Sicherstellung des anfallenden Holzes zu Verkaufszwecken gerichtet. Im übrigen gingen ja die neuen Forschungen, die sich mit den Erfahrungen aus dem 18 Jahrh. (Fraß von 1795 usw.) deckten, dahin, daß den abiotischen Faktoren gegenüber den biotischen eine überragende Rolle zukomme (wobei ich auf Bodenheimers Untersuchungen hinwies). Es stünde also zu hoffen, daß die klimatischen Faktoren, welche unzweifelhaft die Hauptursache der plötzlichen Gradation des Spanners gewesen seien, ihm auch wieder eine Grenze setzen würden. Die Gradation von *Lophyrus* sei ja auch ganz von selbst zum Stillstande gekommen, und es wäre seinerzeit wahrscheinlich finanziell ein großer Fehler gewesen, sofort mit der Bestäubung einzusetzen.

Der Winter 1929/30 vergeht mit der Aufarbeitung von 2500 fm Grubenholz auf den Fraßflächen. Am 10. März vorgenommene Probesammlungen zeigen in den Abteilungen 1 bis 21 auf je 4 qm Fläche einen Belag von minimal 1, maximal 132 Puppen. Aus dieser Gegend wurden ca. 1000 Stück an die Biologische Reichsanstalt geschickt, deren Untersuchungsresultat mir am 16. Mai mitgeteilt wurde. Hiernach war weit über die Hälfte parasitiert, der Rest nicht lebensfähig, und

aus dem übersandten Material war kein einziger Falter aufgezogen worden. Damit ist auch der Spannerfraß in sich selbst zusammengebrochen.

Wie hoch war nun der effektive Schaden der gekoppelten *Lophyrus*-Spanner-Kalamität?

Wenn man als Revierverwalter ehrlich sein will, war der Fraß unangenehm und aufregend, es ging immer um irgend eine Klippe herum, man war in einen Strudel hereingerissen oder sah zu, wie das Lebensschifflein des Kiefernwaldes darin herumtanzte. Schließlich wußte man doch, was nach einem Forleulenfraß oft von vielen Quadratkilometern Wald noch übrig geblieben war! Und es muß zugegeben werden: Ein Jahr später, mitten in einer akuten Holzabsatzkrise hätten die 2500 fm Grubenholz, die schließlich doch anfielen, nur unter großen finanziellen Verlusten abgesetzt werden können.[1])

So wie die Sache aber lag, konnte das Holz, noch ehe es abstarb, allerdings wie der Jäger sagt „mit dem letzten Drücker" technisch vollständig gesund und physiologisch reif geworben werden, ein Zuwachs in den meisten Beständen, welche der Axt zum Opfer fielen, war kaum noch vorhanden.[2])

Blattwespe und Spanner hatten mich gezwungen, Waldkomplexe anzugreifen, deren Einschlag ich selbst im Rahmen des Forsteinrichtungswerkes immer gescheut hatte, der aber rechnerisch zu verantworten war. Nun hatte ich nicht mehr die Wahl, das Risiko großer finanzieller Verluste war zu erheblich, falls ich alles auf die eine Karte gesetzt hätte: die Regeneration der hintereinander zwei- bis dreimal so schwer heimgesuchten Bestände abzuwarten.

Daß nun an Stelle der großen einförmigen und gleichaltrigen Bestände die aus den denkbar primitivsten Kulturmethoden hervorgegangen waren, wieder die gleichen entstehen werden, in denen nach 70 Jahren vielleicht wieder Spanner und Blattwespe Verwüstungen anrichten werden, ist schmerzlich, aber nicht zu umgehen. Die Hauptsache ist, daß die Bestände überhaupt dieses Alter erreichen, vielleicht werden sie einmal nach Einführung des intensiven Vogelschutzes immuner gegen Insektengefahren sein als jetzt, wo sie vollständig ungeschützt sind. Doch auch auf diese Frage kann nur die Zukunft eine schlüssige Antwort geben. Ein anderer Baum als die Kiefer kommt für uns Lausitzer Forstwirte auf solchen Böden nicht in Frage.

So ist die Umwerfung des Einrichtungswerkes freilich ein häßlicher Schandfleck auf der Bestandskarte geworden. Aber es konnte viel, viel schlimmer kommen! Und was den Kiefernwald als Ganzes betrifft, so kann man mit Aufatmen sagen

„Hei leiwet noch!"

[1]) Ob freilich die Holzpreise in absehbarer Zeit überhaupt wieder normale werden, bleibt eine offene Frage, welche erst die Zukunft beantworten kann.

[2]) Nach einer speziellen Untersuchung betrug dort das Zuwachsprozent nur noch 1,3%.

Rüsselkäferstudien.

Von

Prof. Dr. **Max Dingler.**

(Aus der Zoologischen Abteilung des Forstinstitutes der Universität Gießen)

III.

Brutgruben-Ergebnisse.

Einleitung.

Die Untersuchungen an *Hylobius abietis* L., welche ich vor einigen Jahren in München angestellt und an dieser Stelle veröffentlicht habe,[1]) wurden seither in Oberhessen, und zwar im Gießener Stadtwald und verschiedenen, der Stadt benachbarten Revieren fortgesetzt. Über die Generationsdauer des Käfers sind wir uns heute, wie sich wohl behaupten läßt, einigermaßen im klaren; doch sind neue Befunde, welche die Temperaturabhängigkeit der Generationsdauer des Großen braunen Rüsselkäfers betreffen und bisherige Zweifel beheben oder bestärken, immer von Wert. Solche Befunde ergaben sich auch — gewissermaßen als Nebenprodukt — gelegentlich unserer neuen Beobachtungen.

Die bekannte Brutgrube nach Grohmann, wie sie von diesem 1913 im Tharandter Jahrbuch empfohlen und u. a. auch in Escherichs „Forstinsekten Mitteleuropas", Bd. 2, S. 375, und in Heß-Beck, „Forstschutz", 5. Aufl., Bd. 1, S. 264, abgebildet und beschrieben ist, ermöglicht die Herausnahme einzelner, mit Hylobius-Brut und ihren biotopischen Begleitern besetzter Knüppel zu beliebiger Zeit; die Untersuchung dieser Knüppel gibt Aufschlüsse über die Entwicklungsbedingungen der Larve, ihre Abhängigkeit von Bodenbeschaffenheit und Klima, über die natürlichen Feinde des *Hylobius abietis* an seiner Brutstätte usw. Zu bündigen Ergebnissen wird man in vielen Einzelfragen erst gelangen können, wenn man mehrere Jahre hintereinander solche Brutgruben unter den gleichen örtlichen Bedingungen anlegt und die Auswirkungen der in den einzelnen Jahren verschiedenen äußeren Einflüsse (vor allem Witterungseinflüsse) vergleicht. Auch die Frage, ob und inwieweit die Generationsdauer des

[1]) Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. XI, Heft 1 und Bd. XII, Heft 1.

Käfers von der Temperatur abhängig ist, wird, wie wir früher schon ausgeführt haben, durch Vergleich der Temperaturen verschiedener Jahrgänge und ihrer Wirkungen auf das Insekt gelöst.

Wir legten 5 solche Gruben 1927, 8 Gruben 1929 und drei 1930 an. Die Zahl der in die Gruben eingestellten Knüppel betrug je 9 Stück, ihre Länge 80 cm. Jeder Knüppel wurde, wie bei meinen früheren Untersuchungen, seiner Länge nach in 8 Untersuchungszonen von je 10 cm geteilt gedacht und die Befunde entsprechend zonenweise registriert.

Für die Unterstützung meiner Arbeiten durch Überlassen der Versuchsfelder und Zurverfügungstellen des Personals bin ich den Vorständen der beiden Gießener Forstämter, Herrn Oberforstmeister Dr. Schüz und Herrn Forstrat Nikolaus, zu Dank verpflichtet. Auch möchte ich bei dieser Gelegenheit meinen Helfern, besonders Herrn Dr. F. Klein und Herrn Forstassessor Dr. R. Lipp, danken. Besonderen Dank schulde ich dem Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft, das durch wiederholte jährliche Beihilfen für die Erforschung und Bekämpfung dieses wichtigen Forstschädlings unsere Untersuchungen, von denen hier vorläufig ein Teil zur Veröffentlichung gelangt, erst ermöglichte.

Vorversuche.

Die Gruben, die wir zu Orientierungszwecken am 10. März 1927 im Gießener Stadtwald anlegten, befanden sich an folgenden Örtlichkeiten:

I. Abteilung 111, am Westrand des Stadtwaldes. Kiefernpflanzung auf Lehmboden; in 15 cm Tiefe zeigt sich schon Wasser. Östlich anschließend Kiefernbestand.

II. Abteilung 110, nördlich an 111 anschließend, ähnliche Beschaffenheit, der Lehmboden etwas trockener, stärkere Humusschicht. Mischpflanzung Fi und Kie. Die Grube liegt auf einer Lichtung, unmittelbar neben einer jungen Kie-Gruppe.

III. Abteilung 107, wiederum nördlich davon. Der Boden etwas trockener, Lehm und Sand. Mischkultur Fi-Kie, Fichte überwiegend. Die Stöcke im Boden schon stark verwittert. Auf der kleinen Abteilung 106 (zwischen 107 und 110) viel Anflug von Fi und Kie.

IV. Abteilung 56c, im Innern des Waldes. Lehm und Sand. Grundwasser am Boden der Grube. Kiefernsaat, 4jährig, dazwischen etwas Fi-Anflug. Die Grube liegt am Westrand eines Bestandes.

V. Abteilung 44, Lehmboden mit etwas Sand. Ziemlich trocken. Die Kultur besteht nur aus Fichte, vorjährige Pflanzung. Benachbart Kie-Kultur und -Bestand.

Je sieben Knüppel dieser fünf Gruben wurden im Herbst in den Hof des Forstinstituts geschafft, dort seicht eingegraben und bis zum Frühjahr 1929 belassen. Eine einjährige Käfergeneration mußte, eine zweijährige konnte bis dahin die Knüppel verlassen haben; die Stärke des Befalles aber war auf jeden Fall an den leeren Puppenwiegen zu erkennen.

Am 25. März 1929 wurden die Knüppel untersucht mit folgendem — für jede Grube zusammengefaßten — Ergebnis:

Brutgrube Nr.	Puppenwiegen	Angefangene Larvengänge
I.	11	34
II.	7	46
III.	65	49
IV.	31*	44
V.	51	24

Die Besiedlung war also im ganzen eine schwache, besonders in den 3 ersten, am Waldrand angelegten Gruben. Eine Ausnahme bildet die stärker besetzte Grube III. Bei ihrer Anlage wurden unter das Füllmaterial nicht nur Zweige der gewöhnlichen Kiefer, sondern reichlich auch solche einer zufällig zur Verfügung stehenden Weymouthskiefer gemischt. Nun konnte ich früher schon nachweisen, daß von allen Coniferen die Strobe die stärkste Anziehung auf den Rüsselkäfer als Reifungsfraßmaterial auszuüben scheint; der starke Befall dieser Grube ist also aus der gesteigerten Anlockung der Käfer im Frühjahr 1927 zu erklären. Auffallend ist in allen (und besonders wieder in den 3 ersten) Gruben die hohe Zahl an unvollendeten Larvengängen, die wohl dadurch bedingt ist, daß die große Feuchtigkeit des Lehmbodens nach längerer Einwirkung auf die Knüppel die ursprünglich gut gedeihenden Larven zugrunde richtet. Hält also eine in zu feuchtem Boden errichtete Grohmanngrube die Käfer zwar nicht von der Eiablage ab, unterbindet sie aber die völlige Entwicklung der Larven, so hätten wir in ihr ein wertvolles Bekämpfungsmittel. Doch möchte ich aus dem Befund keine zu weitgehenden Schlüsse ziehen. Vor der Ansicht, daß man (auch ohne Berücksichtigung der Feuchtigkeit) die Brutgrube sich selbst überlassen könne, da in ihr neben der Hylobiusbrut auch deren natürliche Feinde in genügender Zahl mitgezüchtet würden, ist jedenfalls zu warnen. Ich möchte keinem Wirtschafter raten, Rüsselkäfergruben in seinen Kulturen anzulegen, ohne zum gegebenen Zeitpunkt die Knüppel aus der Erde zu nehmen und (worauf ich noch zu sprechen komme) zu vernichten bezw. auszutrocknen.

In den am 25. März 1929 untersuchten Knüppeln von 1927 fand sich kein Käfer mehr in den Puppenwiegen. Das deutet (soweit nicht die besonderen Verhältnisse des Institutshofes ein sehr frühes Verlassen der Puppenwiegen durch die Jungkäfer im März veranlaßten) zum mindesten auf einen großen Prozentsatz an 1jährigen Käfern, wenn nicht überhaupt auf einjährige Generation, d. h. auf Käfer, die sämtlich 1928 die Wiegen verließen, hin. Das auffallendste Ergebnis der Untersuchung vom 25. März 1929 war aber, daß von den 31 Puppenwiegen (*) der Grube IV zwei (in ein und demselben Knüppel, aber räumlich getrennt) die lebende, ausgewachsene Larve enthielten! Diese beiden Larven hätten also etwa im Juli 1929 die Puppe und noch im Sommer 1929

oder Frühjahr 1930, d. h. $2^1/_4$—3 Jahre nach der Eiablage, den Jungkäfer ergeben. Ein nachträgliches Belegen der Knüppel durch ein *Hylobius*-♀ kann bei dem Zustand des Holzes, dem Fehlen von Anlockungsmaterial und der Beschaffenheit des Institutshofes als ausgeschlossen gelten. Es muß sich hier also um ein zweimaliges Überwintern („Überliegen") der Larven handeln. Dieses Überliegen wurde schon von Grohmann angegeben; im I. Teil meiner „Rüsselkäferstudien" konnte ich es noch nicht bestätigen.

Unsere Gruben von 1929.

Auf Grund unserer Vorversuche und nach den Erträgnissen der ausgelegten Fangkloben wählten wir für die Anlage der Brutgruben 1929 im Gießener Stadtwald die Abteilung 44. In verschiedenen Teilen der Kultur, die zum großen Teil aus 3jähriger Fi-Pflanzung bestand, wurden am 10. April 4 Gruben (I—IV) gegraben. Ferner wurden am 22. April 2 Gruben (V und VI) im Gemeindewald Großenlinden (südlich von Gießen), See, Abt. 10, und am 30. April 2 Gruben (VII und VIII) im Gemeindewald Garbenteich (südöstlich von Gießen), Seewald 4 d, angelegt. Es stand uns also für die nächstjährigen Untersuchungen, da jede Grube 9 Knüppel enthielt, das Material von 72 Knüppeln zur Verfügung. Auch diese Knüppel wurden wieder im Herbst (20. September 1929) in den Hof des Gießener Forstinstituts geschafft und dort, nach Gruben geordnet, etwa 40 cm tief eingegraben, um für die Untersuchungen leicht zur Hand zu sein. Wahrscheinlich befand sich die überwiegende Mehrzahl der Larven um diese Zeit bereits in den Puppenwiegen, um hier zu überwintern und im nächsten Sommer das Eintreten der „Verpuppungswärme" abzuwarten. Daß bei den durchschnittlichen Temperaturen des Sommers 1929 ein größerer Teil der Individuen bereits das Imaginalstadium erreicht hätte, war nicht anzunehmen. Tatsächlich fanden wir auch in dem gesamten Material vor dem Spätsommer 1930 keinen einzigen Käfer in den Wiegen.

In der Zeit zwischen dem 17. Februar und 12. September 1930 stellten wir die Besiedlung von je 6 Knüppeln jeder Grube fest. Ohne Rücksicht auf das jeweilige Entwicklungsstadium ergab diese Untersuchung folgende Individuenzahlen an *Hylobius abietis:*

der Grube	in Knüppel 1	2	3	4	5	6	im ganzen
I	28	15	8	16	7	0	74
II	22	11	8	17	12	0	71
III	20	20	12	10	8	0	70
IV	27	16	33	23	12	0	111
V	18	32	13	24	14	0	101
VI	12	21	20	18	8	2	81
VII	14	16	12	5	13	0	60
VIII	18	12	29	5	12	0	76

Die Nullen in der 6. Reihe erklären sich daraus, daß diese Knüppel (Nr. 6 jeder Grube) in der Zeit vom 10.—12. September untersucht wurden, als die jungen Käfer bereits die Wiegen verlassen hatten. Ich komme darauf unten zurück. Die Gesamtzahl der überhaupt festgestellten Puppenwiegen wird in einer späteren Tabelle (Besiedlung der Zonen) berücksichtigt.

Im ganzen ist der Besatz der Knüppel ein ziemlich einheitlicher; das Material Großenlinden erwies sich am stärksten (durchschnittlich 91 Individuen), das Material Stadtwald Gießen mittelstark (durchschnittlich 81,5 Individuen), das Material Garbenteich am schwächsten (durchschnittlich 68 Individuen) besetzt. Hieraus Schlüsse auf den Käferreichtum des betreffenden Gebietes zu ziehen, ist nicht berechtigt. Zufälligkeiten in der Lage der Grube, in den dargebotenen Anlockungsmitteln für die Käfer (wie wir das in Grube III von 1927 gesehen haben), mikroklimatische Unterschiede usw. können die Ursache solcher Schwankungen sein.

Gegenüber dem Vorversuch von 1927 ist der Befall durchweg stärker. Der Gegensatz wird noch auffallender, wenn wir statt der gefundenen Individuen die gezählten Puppenwiegen dem Vergleich zugrunde legen:

Material 1927: in 35 Knüppeln 165 Wiegen; Durchschnitt: 4,7
Material 1929: in 48 Knüppeln 963 Wiegen; Durchschnitt: 20,0.

Unterschiede in der Örtlichkeit scheiden als Grund hierfür aus, ebenso Differenzen in der Durchschnittstemperatur der beiden Jahre, die erfahrungsgemäß vielmehr auf die Generationsdauer der Brut als auf die Stärke des Belages einwirken. Dagegen besteht die Möglichkeit, daß der verschiedene Zeitpunkt in der Anlage der Gruben (1927: 10. März; 1929: 10.—30. April) — in Verbindung mit Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen — von Einfluß auf die Besiedlungsstärke war. Der 10. März ist zweifellos ein sehr frühes Datum dafür; das Anlockungsmaterial verliert bis zum Erscheinen der Käfer in den Kulturen seinen Harzduft, das Brutmaterial aber, nämlich die Grubenknüppel, kann durch ein Übermaß an aufgenommener Feuchtigkeit (Schneeschmelze!), wie wir aus den vielen unvollendeten Larvengängen von 1927 entnommen haben, für die volle Entwicklung der Larven ungeeignet werden. Andererseits ist, wenn die Temperatur im April und Anfang Mai die Reizschwelle für das Erscheinen der Käfer noch nicht überschritten hat, nach meinen Münchener Ergebnissen von 1924 (Rüsselkäferstudien II) der 15. Mai für das Anlegen der Gruben noch kein zu später Termin. (Ich gehe dabei durchwegs von einer Eiablage im Frühjahr, also nach dem ersten Auftreten und Reifungsfraß der Käfer, aus und lasse eine den ganzen Sommer währende, bis in den September sich hinziehende Eiablage, wie sie Grohmann annimmt, vorläufig unberücksichtigt.)

Da unsere Untersuchungen des Knüppelinhaltes aus den 8 Gruben sich, wie erwähnt, auf die Zeit vom 17. Februar bis 12. September 1930 (mit Zeitabständen von 1—2 Monaten) erstreckten, läßt das Ergebnis un-

mittelbare Schlüsse auf die Generationsverhältnisse des Käfers in unserm Beobachtungsgebiet zu. In der nächsten, nach dem Zeitpunkt der Untersuchung aufgestellten Tabelle sind die nahe zusammenliegenden Untersuchungstage je eines Monats zusammengefaßt:

Ergebnisse:

Datum der Untersuchung	Larven		Puppen		Käfer		Schmarotzer in den Wiegen		leere Wiegen
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	Pilze	Insekten Myriopod. Schnecken	
17.–28. II.	243	s. Schmarotzer	—	—	—	—	14	11	32
5.—24. III.	199	„	—	—	—	—	24	13	34
20.—21. V.	117	„	—	—	—	—	1	7	31
2.— 3. VII.	3	11	74	—	—	—	s. leere Wiegen	2	54
8.—12. IX.	—	—	—	1	3	6	„	3	131

Diese Zahlen zeigen vor allem, daß keines der Individuen in den Knüppeln als Käfer, sondern alle als (in der weitaus überwiegenden Mehrzahl ausgewachsene) Larven überwinterten. Eine einjährige Generation, die auf ein Verpuppen und Ausschlüpfen des Jungkäfers noch im ersten Jahr zurückzuführen ist, liegt in diesem Material nicht vor. Daß bereits im Februar leere Wiegen — ohne Ausfluglöcher! — angetroffen wurden, kann seinen Grund in der Vernichtungstätigkeit tierischer Feinde der *Hylobius*-Larve, zum Teil vielleicht auch im Abwandern von Larven aus ihren bereits fertiggestellten Wiegen haben. Ebenso bestätigt das Ergebnis meine jahrelange Erfahrung, daß niemals die Puppe des *Hylobius abietis* überwintert. Die gelegentlichen Angaben von Auffinden überwinternder Puppen in der Literatur möchte ich daher mit einem großen Fragezeichen versehen. (Ebenso halte ich das Eistadium des Hylobius nicht für fähig zur Überwinterung.)

Auch die Befunde im März und Mai erstreckten sich nur auf Larven: erneute Bestätigung einer „Verpuppungswärme", die den Larven in diesen Monaten noch nicht zur Verfügung steht. Die abnehmende Individuenzahl muß wohl auf zufälligen Unterschieden in der Besiedlungsdichte beruhen. Qualitativ ist der biologische Zustand in den 3 Untersuchungsmonaten der gleiche.

Der abnorm heiße Juni des Jahres 1930 ließ auch eine starke Einwirkung auf die Hylobiusbrut erwarten. In 16 Tagen dieses Monats überstieg das Temperatur-Tagesmittel in Gießen 20°. 15,4° war die niedrigste, 22,9° die höchste durchschnittliche Tagestemperatur. Nur an 11 Tagen wurden Niederschläge, meist von ganz geringer Höhe (Minimum 0,1 mm, Maximum 16,8 mm) verzeichnet.

So zeigten denn auch unsere Knüppeluntersuchungen vom 2. und 3. Juli, daß die Larven fast ausnahmslos in das Puppenstadium übergegangen waren: neben 74 Puppen waren nur mehr 3 lebende Larven vorhanden. Die Zahl der leeren Wiegen hatte abermals zugenommen und betrug 54. Ein Teil davon war jetzt bestimmt schon von den Jungkäfern verlassen, wenn auch das Vorhandensein von Ausfluglöchern — besonders bei Mulmwiegen — nicht immer feststellbar ist.

Die Kontrolle, die vom 8. bis 12. September vorgenommen wurde, ergab sodann das nach dem Julibefund zu Erwartende: die Hochsommertemperaturen lösten nicht nur den Reiz zur Beendigung der kurzen Puppenruhe, also zum Schlüpfen, aus, sondern auch denjenigen zum Ausfliegen der jungen Käfer („unmittelbarer Austrittsreiz" nach K. R. Fischer). So fand sich denn nicht eine lebende Larve oder Puppe mehr in den Wiegen, sondern neben einer eingetrockneten Puppe lediglich 6 tote und 3 lebende, noch nicht ganz ausgefärbte Käfer. Alle übrigen Wiegen, im ganzen 131, waren leer und ließen größtenteils die Spuren des Käferaustrittes erkennen.

Hier haben wir also ganz einwandfrei einen Fall von Generationsdauer vor uns, der von der meist beschriebenen zweijährigen und einjährigen Generation abweicht, in gewisser Beziehung der letzteren sich nähert und in anderer Beziehung zwischen beiden steht.

Die zweijährige Generation erklärt sich bekanntlich so, daß im ersten Jahr die erwachsene Larve, im zweiten der aus der Puppe geschlüpfte, noch nicht gereifte Käfer in der Wiege überwintert. Wenn er im Frühjahr ausfliegt und in den Kulturen erscheint, um hier erst seinen Reifungsfraß, dann seine Fortpflanzung zu vollziehen, ist der Ring einer (fast genau) zweijährigen Generation geschlossen.

Die einjährige Generation kommt nach unseren bisherigen Erfahrungen so zustande, daß die nötige „Verpuppungswärme" noch im Herbst des ersten Jahres zur Verfügung steht, so daß die Weiterentwicklung bis zum Jungkäfer noch in diesem Jahre möglich wird und statt der ausgewachsenen Larve jetzt schon der junge Käfer in der Wiege überwintert.

Auf Grund dieser beiden, durch Beobachtung erwiesenen Möglichkeiten bezeichnete ich (Rüsselkäferstudien I) die Winteranpassung der Larve von *Hylobius abietis* als eine „labile", weil sie überwintern kann, aber nicht überwintern muß, während ich die Frage, ob „stabil oder labil winterangepaßt", für den Jungkäfer noch offen lassen mußte. Durch meine Befunde von 1930 ist diese Frage gelöst: die Imago zeigt wie die Larve „labile Winteranpassung", d. h. ein Überwintern ist für ihr weiteres Gedeihen ebenfalls nicht unbedingt nötig. Dagegen bleibt die Frage noch offen, ob nicht eine der beiden Überwinterungen (als Larve oder Imago) Bedingung einer gedeihlichen Weiterentwicklung ist.

Unser Material, das bei der Februar-Kontrolle nur ausgewachsene, eben überwinternde Larven ergab, hätte unter normalen klimatischen Verhältnissen wohl zur typischen zweijährigen Generation geführt. Die

abnormen Junitemperaturen aber beschleunigten diesen Entwicklungsgang so sehr, daß das zweite Jahr auf etwa 2—3 Monate zusammengeschoben wurde. Es entstand eine $1^1/_4$jährige Generation, bei der nicht der Jungkäfer, sondern die Larve überwintert.

Bezeichnen wir ganz allgemein ein Wärmequantum, das zur zweijährigen Käfergeneration führt, als „durchschnittlich", ein solches, das die Generation auf ein Jahr abkürzt, als „überdurchschnittlich", so läßt sich folgendes Schema aufstellen:

A. 1. Jahr: durchschnittliche Wärme
2. Jahr: durchschnittliche Wärme } = 2jährige Generation (Larve und Käfer überwintert).

B. 1. Jahr: überdurchschnittl. Wärme = 1jährige Generation (Käfer überwintert).

C. 1. Jahr: durchschnittliche Wärme
2. Jahr: überdurchschnittl. Wärme } = $1^1/_4$jährige Generation (Larve überwintert).

In den Fällen A und B erscheinen die jungen Käfer im Frühjahr (Mai, Juni), im Fall C im Sommer (August) im Wald. Das starke spätsommerliche Auftreten, das in manchen Jahren eine zweite Käferwelle in die Kulturen bringt, ist dem hiesigen Forstpersonal schon wiederholt aufgefallen. Über seinen Umfang und seine praktische Bedeutung soll an anderer Stelle berichtet werden.

* * *

Neben unserem im Freien aufbewahrten Material wurde auch eine Reihe von Knüppeln (Serie 3) vier Wochen lang im Thermostaten einer gleichmäßigen Temperatur von +25 bis 27° C ausgesetzt. Im Februar, als wir uns überzeugt hatten, daß durchwegs nur Larven in den Wiegen lagen, wurde von 6 Knüppeln der dichtest besetzte Teil von 45 cm Länge herausgesägt und diese Stücke am 21. Februar in den Thermostaten gebracht. Zwei Stichproben am 15. März ergaben:

in V, 3: 3 Larven, 2 Puppen, 0 Jungkäfer
in VII, 3: 1 Larve, 5 Puppen, 1 Jungkäfer.

Daraufhin, d. h. nachdem sich gezeigt hatte, daß in der Mehrzahl Verpuppungen eingetreten waren, wurden die 6 Stücke am 17. März im Hof seicht eingegraben. Darüber wurde ein Kasten in Satteldachform gestellt, der auf einer seiner Giebelseiten nach Art der Parasitenkasten 3 Zylinderröhrchen zur Aufnahme ausfliegender Insekten trug. Auffallenderweise zeigte sich in den folgenden Monaten (März bis Juli) nicht ein einziges Insekt in den Glasröhren. Am 22. Juli wurde der Kasten abgetragen; in seinem Innern fanden sich außer mehreren Individuen zwei kleiner Carabiden-Arten einige Myriopoden und Asseln. Rüsselkäfer oder Reste von solchen wurden unter dem Kasten, auf oder unter der Erde nicht gefunden, obgleich die Untersuchung der Knüppelstücke sowohl tote und lebende Imagines als auch mit Ausfluglöchern versehene Wiegen ergab:

	Knüppelstück Nr. I, 3	II, 3	III, 3	V, 3	VI, 3	VII, 3	Summe
Käfer:							
lebend	0	2	1	0	1	0	4
tot (verpilzt oder parasitiert)	0	3	10	3	5	2	23
Puppen:							
lebend	0	0	0	1	0	0	1
tot	0	0	0	0	0	0	0
Larven:							
lebend	0	0	0	0	0	0	0
tot (parasitiert)	0	0	(2?)	0	1	0	2 (3)
Leere Wiegen:							
mit Ausflugloch	2	4	4	4	1	0	15
ohne Ausflugloch (Parasitenwirkung)	7	6	8	10	6	12	49

(untersucht 22. VII. 30).

Dieses Ergebnis, verglichen mit den Befunden an den im Freien gehaltenen Knüppeln vom 2.—3. VII. und 8.—12. IX. (S. 659), beweist, daß hier die künstliche Wärmezufuhr keine entscheidende Rolle spielte bezw. daß der von ihr bewirkte Entwicklungsvorsprung durch die abnorme Junitemperatur ebenfalls erreicht wurde. Denn am 15. März hatten wir in den Thermostatenknüppeln (Th) wohl in der Mehrzahl Puppen, in den Freilandknüppeln (F) nur Larven. Bei einer durchschnittlichen Sommertemperatur wäre hier gewiß ein grundlegender Unterschied eingetreten: die Th-Knüppel hätten $1\frac{1}{4}$ jährige (s. oben Fall C), die F-Knüppel dagegen 2 jährige Generation (s. oben Fall A) gebracht. Die Wärmezufuhr im Thermostaten hatte aber in Verbindung mit der abnormen Junitemperatur keine wesentlich andere Wirkung als diese allein, nämlich: „überdurchschnittliche Wärme" im 2. Jahr. Tatsächlich fanden sich am 22. Juli in den Th-Knüppeln (wobei das Zahlenverhältnis unberücksichtigt bleibt) sowohl lebende Käfer und Puppen als auch eine größere Zahl von Wiegen mit Ausflugloch, dagegen keine Larven mehr. Der Befund paßt also gut zwischen die Freilandbefunde vom 2.—3. Juli und 8.—12. September.

* * *

In einer anderen Serie von Knüppeln (II, 1—VIII, 1) waren nach der Untersuchung (19.—26. Februar) die in den Wiegen festgestellten Larven belassen und die Knüppel in einem dunklen Raum bei Zimmertemperatur, ohne Zugabe von Feuchtigkeit, aufgestellt worden. Eine spätere Kontrolle (4. Juli) ergab, daß sämtliche Larven eingegangen waren, ohne noch zur Verpuppung gekommen zu sein. Trockenes Aufstellen der Gruben-

knüppel vernichtet also die *Hylobius*-Brut mit Sicherheit. Verbrennen der Knüppel wird dadurch überflüssig oder kann, nachdem die Verwendung als Brennholz doch das Gegebene ist, auf beliebige Zeit verschoben werden.

* * *

Da wir die Ergebnisse unserer Brutknüppeluntersuchungen zonenweise (von 10 zu 10 cm) registrierten, lieferten sie auch neues Beweismaterial zu der Frage, welche Tiefe im Erdboden von der Larve für die Anlage der Puppenwiege bevorzugt wird. Der Umstand, daß beim Einrichten der Grube die Knüppel etwa 20 cm über den umgebenden Erdboden emporragen, kann vernachlässigt werden, da ja die Grube selbst mit Erde und frischen Zweigen bis über die Knüppelköpfe aufgefüllt wird, so daß an dieser Stelle eben die Grubendecke den Erdboden darstellt. Die Käfer begeben sich zur Eiablage in wechselnde Tiefen, wahrscheinlich aber nicht tiefer als bis sie ein für die Eiablage günstiges Material (einschließlich Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse) antreffen. Findet man doch auch Fichtenfangrinden, die man auf, nicht in den Boden auslegt, zuweilen mit Eiern belegt. Sicher werden auch in sehr vielen Fällen die *Hylobius*-♀♀ die Grubenknüppel oben an der Schnittfläche belegen.

Die auskriechende Larve frißt bekanntlich von der Stelle der Eiablage an nach unten, erst im Bast, dann mit zunehmender Größe mehr und mehr in den Splint einschneidend. Vielfach, aber durchaus nicht mit schematischer Regelmäßigkeit, wendet sich der Fraßgang vor der Verpuppung wieder nach oben. In solchen Fällen führt der kreisrunde Einbohrgang in den Splint aufwärts zur Puppenwiege, die also (mit anderen Worten) ihre Öffnung und den sie verschließenden großen Spanpfropf am unteren Ende trägt. Weitaus die Mehrzahl aller Wiegen zeigte wie bei meinen früheren Beobachtungen (1925) diese Orientierung. Nach dem großen Spanpfropf ist gewöhnlich auch, aber durchaus nicht immer, das Kopfende der Larve gerichtet; darum fanden wir auch diesmal wieder die meisten Larven mit dem Kopf nach unten.

Von 551 Larven in den Wiegen

mit Kopf nach unten	332,
mit Kopf nach oben	209,
zweifelhaft	10.

Die Stellung mancher Larven deutet darauf hin, daß sie, wie Grohmann angibt, in der Wiege eine Drehung ausführen; aber auch die Imagines unseres Materials lagen fast immer mit dem Kopf nach unten in den Wiegen.

Wo starkrindiges Brutmaterial in den Gruben verwendet wurde und die Vermulmung entsprechend fortgeschritten ist, findet zuweilen, wie

bekannt, nicht nur der Larvenfraß, sondern auch die Anlage der Puppenwiege ganz im Mulm (oder das Splintholz nur wenig angreifend) statt. Ein Spanpfropf und eine bestimmte Orientierung der Larve fehlt in solchen Fällen. Von 985 Puppenwiegen in unseren Knüppeln (1929) lagen

ganz im Splintholz 899,
ganz im Mulm 26,
halb im Mulm, halb im Holz . . . . . 60.

Über die Zonen, auf welche sich in den 80 cm langen Knüppeln die Puppenwiegen verteilen, gibt die folgende Tabelle Aufschluß. Für jede Zone sind die Befunde an 6 Knüppeln einer Gruppe zusammengefaßt:

Zone	Grube I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Summe
0—10 cm . . .	0	2	1	3	0	3	0	1	10
10—20 cm . . .	2	3	4	7	4	9	5	5	39
20—30 cm . . .	13	10	17	22	19	19	26	17	143
30—40 cm . . .	**41**	17	25	**50**	**56**	**31**	31	25	**276**
40—50 cm . . .	39	33	**27**	27	36	23	**33**	**42**	260
50—60 cm . . .	15	**42**	12	17	24	23	14	25	172
60—70 cm . . .	4	10	8	10	9	9	6	19	75
70—80 cm . . .	0	1	0	2	0	1	0	5	9

In der Tiefe zwischen 30 und 60 cm fanden sich also 708 von 984, das ist 72% sämtlicher Puppenwiegen. Bei der Verschiedenheit der Örtlichkeit und Bodenbeschaffenheit der einzelnen Gruben fällt die verhältnismäßig große Übereinstimmung im Besiedlungsoptimum auf.

Die Abhängigkeit der Wahl des Verpuppungsortes von mikroklimatischen Verhältnissen, wie überhaupt der ganze Fragenkomplex „Mikroklima der Brutgrube" soll künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Unsere Gruben von 1930.

Am 20. März 1930 wurden abermals 3 Grohmanngruben angelegt, sämtlich in Abteilung 44 des Gießener Stadtwaldes, und zwar:

Grube I in einem Fi-Kie-Bestand, nahe an dessen Ostrand, an den sich eine eingezäunte 8jährige Kiefernkultur anschließt,

Grube II in dieser Kultur,

Grube III in der jetzt 4jährigen Fichtenpflanzung, die meist starken *Hylobius*-Befall aufzuweisen hat und die wir auch am 10. April 1929 für unsere Gruben gewählt hatten.

In Grube II ließ ich diesmal die Knüppel weniger tief setzen, so daß sie mit ihrem Kopfteil etwa 20 cm weit über die Zweiglagen hinausragten. Dazu veranlaßte mich die Beobachtung, daß manche Brutknüppel in ihren obersten Teilen auffallend stark von verschiedenen, nicht in die

Tiefe gehenden Insekten (*Pissodes*, Ipiden, Anobien usw.) besetzt sind, denen ich dadurch Brutgelegenheit bieten wollte. Bei der späteren Kontrolle zeigte sich allerdings, daß weniger diese Anordnung als vielmehr die günstige Lage einer Grube reichlichen Befall zur Folge hat, so daß die in der stark besonnten Kultur angelegte Grube III im ganzen viel stärker besiedelt war als die mehr oder minder beschatteten und nicht unmittelbar auf der Hauptfraßstätte des *Hylobius* errichteten Gruben I und II.

Zum Unterschied von dem Material von 1929 wurden die Knüppel nicht erst nach der Überwinterung untersucht, sondern schon vom 26. Juni des gleichen Jahres an den Gruben entnommen und jedesmal sogleich analysiert. Der Hauptzweck der Untersuchung war diesmal, ein Bild von der übrigen Fauna der Brutgrube zu gewinnen, die zum großen Teil in einjähriger Generation sich entwickelt.

Von der Begleitfauna soll aber erst später die Rede sein. Hier seien nur die Ergebnisse behandelt, die sich auf *Hylobius abietis* beziehen. Vom 26. Juni bis zum 3. Oktober 1930 wurden fünf Serien von je 3 Knüppeln (einer aus jeder Grube) untersucht, zwei weitere Serien sodann am 13. Februar und 2. März 1931. Die bei diesen Kontrollen festgestellten *Hylobius*-Individuen im Larvenstadium (297 Stück) verteilen sich auf die drei Gruben folgendermaßen:

Grube I	II	III
71	32	194 Larven.

Wahrscheinlich ist neben dem ungünstigeren Standort die erwähnte Abweichung im Bau der Grube II der Grund für die besonders schwache Besiedlung durch den Rüsselkäfer. Auch Grube I ergab schwachen Befall, so daß für unsere weiteren Betrachtungen nur die gut besetzte Grube III herangezogen werden soll. Jede im folgenden erwähnte Einzelkontrolle bezieht sich also auf einen Knüppel dieser Grube.

1. Kontrolle 26. Juni 30, also etwa 3 Monate nach der Anlage: Die oberen 30 cm außerordentlich stark mit *Pissodes*-Wiegen besetzt, welche ausgewachsene Larven enthalten. Schon in dieser Region beginnend, hauptsächlich aber darunter eine große Zahl von noch nicht halb oder etwa halb erwachsenen *Hylobius*-Larven, die in ihren Rinden- bezw. Mulmgängen in allen Richtungen, wenn auch überwiegend nach unten sich bewegen. In der Zone zwischen 35 und 70 cm von oben mehrere einzelne Eier, wahrscheinlich von *Hylobius abietis*.

2. Kontrolle 14. Juli 30:

Überwiegend *Pissodes*-Larven im oberen Teil. Nur in der Tiefe von 30 cm, an einem Astquirl, 5 etwa halb erwachsene *Hylobius*-Larven. Die Bevorzugung von Astquirlregionen durch die *Hylobius*-Larve, insbesondere auch zur Verpuppung, habe ich schon früher festgestellt und seither immer wieder bestätigt gefunden. In 65 cm Tiefe ein *Hylastes* (Imago).

sonst merkwürdigerweise kein Insektenbefall in der unteren Hälfte des Knüppels.

3. Kontrolle 8. August 30:

Stärkster bisher festgestellter Befall. Die Rinde zeigt bereits in der obersten Region zahlreiche *Hylobius*-Larven; die Besiedlung reicht bis an das untere Ende, wo sie sogar zu besonderer Stärke anschwillt (Astquirl bei 70 cm!). 50 ausgewachsene, schon in ihren Mulm- oder Splintwiegen geborgene, und 36 kleine (halberwachsen und darunter) *Hylobius*-Larven wurden gezählt. Ferner fanden sich in Rindenrissen zwischen 10 und 30 cm zwei ausgefärbte, zweifellos mit der Eiablage beschäftigte Käfer!

4. Kontrolle 2. September 30:

Ebenfalls noch eifriger Fraß von Junglarven (33 Stück) neben mehreren, in der Wiege geborgenen, erwachsenen Larven (10 Stück).

5. Kontrolle 3. Oktober 30:

Alle Hylobiuslarven bis auf eine sind erwachsen und liegen in den Puppenwiegen. Befall schwächer (12 Wiegen besetzt, 6 leer).

6. Kontrolle 13. Februar 31:

Zwischen 10 und 60 cm (Quirl bei 57 cm) 16 erwachsene Larven in ihren Wiegen, ferner im untersten Teil, zwischen 65 und 80 cm, 14 verpilzte Larven in dem bereits verjauchenden Mulm.

Wie dieser und der dritte zeigten übrigens auch der 4. und 5. Knüppel eine ziemlich starke Besetzung der untersten Region (60—80 cm). Der Befund nach der Überwinterung weist aber darauf hin, daß wohl alle diese Individuen, dem Wasser auf dem Grubengrund ausgesetzt, den Winter nicht überstanden hätten.

7. Kontrolle 2. März 1931:

Schwacher Befall (11 besetzte, 2 leere Wiegen). Von 60 cm abwärts wieder nur verpilzte Larven (2) und unvollendete Larvengänge.

Auch hier wieder keine überwinternde Imago: die abnorme Junitemperatur von 1930, deren Einfluß auf das Käfergeschlecht von 1929 wir schon behandelt haben, vermochte auf die Brut von 1930 noch nicht entscheidend einzuwirken, da sie sie lediglich im Junglarvenstadium antraf. (Daß keine überwinternde Puppe angetroffen werden konnte, entspricht unserer Erwartung.)

Dagegen ist an unserem Material von 1930 etwas Wichtiges zu beachten. Das Material von 1929 hatte für die Zeit zwischen dem 3. Juli 1930 (Puppen in den Wiegen!) und dem 8. September 1930 (leere Wiegen!) ein starkes Auftreten von Jungkäfern ergeben. Es ist anzunehmen, daß diese Käfer im Juli und August noch in ausgedehntem Maße zur Fortpflanzung schritten, so daß in dieser Zeit eine zweite Eiablage (oder ein zweiter Höhepunkt in der Eiablage) eintrat. Dieser Vorgang drückt sich auch tatsächlich in unseren Befunden aus:

Vom 26. Juni bis 8. August ein stetiges Wachstum der aus Frühjahrseiern stammenden Larven, die zu dem letztgenannten Zeitpunkt größtenteils

ihre Wiegen fertiggestellt haben. Daneben aber am 8. August eine auffallende Zunahme an Individuen, und zwar an ganz jungen bis halb erwachsenen Larven, die nur aus einer späteren Eiablage hervorgegangen sein können. Außerdem sogar zwei Käfer, die sich nur zum Zweck der Eiablage an dem unterirdischen Brutmaterial aufhalten konnten. Auch am 2. September finden wir die Junglarven noch neben den erwachsenen „Wiegenlarven", und erst am 3. Oktober ist der Vorsprung fast ausnahmslos eingeholt, so daß die Gesamtheit der Larven, allenfalls bis auf einige Nachzügler, ausgewachsen in den Wiegen überwintert.

Schon Grohmann stellte fest, daß die Ablage der Eier durchaus nicht nur im Frühjahr, anschließend an das erste Käferauftreten, sondern im Gegenteil in verstärktem Maß während des Sommers stattfindet. Er sagt darüber: „Ihre Ablage beginnt vereinzelt wohl schon im Mai und dauert den ganzen Sommer hindurch bis in den Herbst hinein fort. Gelegentlich der Untersuchungen der Rüsselkäferfanggruben konnte ich feststellen, daß sie in einer Grube noch Ende September erfolgt sein mußte. Die bei weitem größte Anzahl Eier aber wird in den Monaten Juni, Juli und August gelegt."

Nach meinen Beobachtungen kann ich wohl bestätigen, daß sich die Eiablage über den ganzen Sommer (weiteste Grenzen: April—September) hinzieht; doch hat die Kurve der produzierten Eiermassen je nach den Temperaturverhältnissen des Frühsommers einen oder zwei Höhepunkte, entsprechend eben dem gehäuften Auftreten der Käfer an den Brutstätten. Normalerweise wird der Hauptgipfel (oder auch einzige Gipfel) dieser Kurve bald nach dem Erscheinen der großen Käfermassen, also im Juni, liegen, mit ziemlich hohen Zahlen in den benachbarten Monaten Mai und Juli. Wo, wie im Jahr 1930, eine abnorme Frühsommertemperatur die $1^1/_4$jährige Käfergeneration zum Ausfliegen bringt, ist ein zweiter Höhepunkt im August zu erwarten; dabei kann freilich die Vermehrungsperiode der „Frühjahrskäfer" (1- und 2jährige Generation) sich mit derjenigen der „Sommerkäfer" ($1^1/_4$jährige Generation) soweit überdecken, daß der Eindruck einer stetigen, über den ganzen Sommer sich hinziehenden Eiablageperiode erweckt wird.

Das statistische Material (Käfersammeln) aus Hessen vom Jahre 1930, welches auch hierüber Aufschluß geben wird, soll an anderer Stelle ausgewertet werden.

Die Tatsache, daß unter gewissen Umständen noch im August eine beträchtliche Eiablage und damit also im Spätsommer das Auskriechen von Larven einer neuen Generation stattfindet, erhöht die Zahl der „Generationstypen". Die im vorigen Abschnitt aufgestellten Typen A, B und C setzen ein Auftreten der Brut im Frühjahr (d. h. Mai—Juli) voraus. Wenn „Sommerkäfer" zur Fortpflanzung schreiten, also „Herbstlarven" entstehen, schiebt sich die jeweilige Generation um einige Monate zusammen. Denn, wie schon Grohmann hervorhebt, wird der Vorsprung

der früher aufgetretenen Larven von den späteren (Entwicklungsbeschleunigung durch die höheren Sommertemperaturen) wieder eingeholt: das Winterlager (Puppenwiege) enthält die frühe wie die späte Brut bereits als erwachsene Larven. Auch als Käfer erscheinen beide dann zu gleicher Zeit. Die Typen A, B und C sind also durch folgende Typen zu ergänzen, bei denen der Generationsbeginn im Spätsommer liegt:

A_1 (Ausschlüpfen des Käfers im Frühjahr des übernächsten Jahres) $= 1^3/_4$jährige Generation (Larve und Käfer überwintert),

B_1 (Ausschlüpfen des Käfers im nächsten Frühjahr) $= {}^3/_4$jährige Generation (Käfer überwintert),

C_1 (Ausschlüpfen des Käfers im nächsten Sommer) $=$ 1jährige Generation (Larve überwintert).

Die einjährige Generation C_1 unterscheidet sich also grundsätzlich von der einjährigen Generation B dadurch,

a) daß sie von Sommer zu Sommer, nicht wie jene von Frühjahr zu Frühjahr reicht,

b) daß hier die Larve, dort der Käfer überwintert!

In dem Falle B_1 haben wir sogar eine „unter-einjährige" Generation vor uns, aber, was prinzipiell wichtig ist, nicht unter Ausfall der Überwinterung! Die Vermutung, daß eine der beiden Überwinterungen (als Larve oder Imago) physiologisch notwendig ist, wäre erst widerlegt, wenn aus Frühjahrseiern im Spätherbst Käfer erscheinen und im gleichen Jahr noch zur Ablage befruchteter Eier schreiten würden. Ein solcher Fall ist aber bisher nicht nachgewiesen.

Die Kommensalen in den Brutgruben.

Die Biozönose der Grohmannschen Grube haben wir zum Gegenstand besonderer Untersuchungen gemacht. Hier seien vorläufig nur einige allgemeine Angaben über die Begleitfauna, die sich neben *Hylobius abietis* an und in den Knüppeln einstellt, mitgeteilt. Wir werden ihrer habhaft teils

a) durch direktes Absammeln von den Knüppeln, teils

b) durch Züchten in den Knüppeln (also in ihrem Biotop), teils

c) durch Züchten außerhalb der Knüppel.

Das Züchten in den Knüppeln stößt auf die Schwierigkeit, daß diese im Versuchsraum sehr schnell austrocknen; das Züchten außerhalb der Knüppel gelingt bei gewissen Insekten (z. B. manchen Dipteren) sehr leicht, bei anderen aber nicht. Die Larve von *Hylobius* selbst z. B. konnte ich trotz vieler Versuche außerhalb der Puppenwiege noch nicht zur Verpuppung, geschweige denn zum Schlüpfen der Imago bringen.[1])

[1]) Anmerkung bei der Korrektur: Unterdessen ist es mir in neuen Versuchsreihen 1931 gelungen, im Thermostaten auf feuchter Watte aus verpuppungsreifen Larven die Puppe und aus schlupfreifen Puppen den Käfer zu erzielen.

Auch bei den Temperaturversuchen wurden ja die Knüppel selbst in den Thermostaten eingelegt.

Zur Zucht in den Knüppeln bei normaler Temperatur wurden am 7. März 1930 die Knüppelserien 4 und 5 von 1929 in einen großen Parasitenkasten gebracht und von Zeit zu Zeit mit Wasser besprengt. In den Glasröhren des Kastens traten die ausschlüpfenden Insekten zwischen dem 10. März und dem 18. August auf. (Das an diesem letzten Termin geschlüpfte war bezeichnenderweise wieder ein *Hylobius abietis* — $1^1/_4$ jährige Generation! —, nachdem die übrigen *Hylobius*-Individuen zwischen dem 10. Mai und dem 21. Juni — 1 jährige Generation! — in den Glasröhren erschienen waren.) Die übrigen auf diese Weise erzielten Insekten gehören fast ausschließlich der Ordnung der Dipteren an, und zwar dominierte in der ersten Zeit (März) eine *Lycoria (= Sciara)*, dann bis gegen Ende April eine *Lonchaea,* von Ende April an abermals die *Lycoria.* Daneben zeigten sich nur einige wenige Ipiden in den Röhren.

Durch Aufzüchtung in Glasschalen, die mit feuchtem Mulm beschickt wurden, erhielten wir vor allem in Massen die erwähnte Sciaride, in einigen Stücken *Zelima* (=*Xylota*) *segnis* L. und andere Zweiflügler. Besonders leicht gelingt außerhalb des Knüppels die Zucht der im Kokon verpuppten Braconiden, die sich teilweise massenhaft an und in den Puppenwiegen von *Hylobius abietis* und *Pissodes pini* fanden.

Die den Knüppeln direkt entnommene Fauna hat natürlich ein verschiedenes Aussehen, ob wir sie im ersten oder zweiten Jahr der Grubenanlage untersuchen. Unser Material ergab etwa folgendes Bild:

Erstes Jahr:

Imagines von *Hylobius,* die sich zum Zweck der Eiablage an den Knüppeln befinden, sind Ende Juni noch in ziemlichen Mengen anzutreffen. Gleichzeitig auch junge Larven; daneben Larven von *Pissodes pini* und Junglarven von Cerambyciden *(Tetropium luridum?).* An Borkenkäfern (Imagines, gleichfalls beim Brutgeschäft): *Hylastes opacus, ater, angustatus* (dieser besonders häufig) und *attenuatus.* Etwas später *Pissodes pini* verpuppt, im Juli bereits als Imago. Geradezu massenhaft besiedelten die Wiegen dieses Rüßlers die oberen Knüppelpartien in Grube 1930, III. Mit dem Verschwinden des *Pissodes pini* taucht von Mitte Juli an *Ips laricis* in immer größeren Mengen auf. Nahezu alle Individuen dieser Art sind mit Milben besetzt, die teilweise den fast kreisrunden Flügelabsturz des Borkenkäfers vollkommen ausfüllen. Gleichzeitig mit *Ips laricis* nimmt auch, ihm als Raumparasit gesellt, der kleine *Crypturgus pusillus* (nicht *cinereus!)* mehr und mehr zu.

Mit fortschreitender Vermulmung wächst die Zahl der Dipterenlarven: in erster Linie die eucephalen *Lycoria*-Larven, die sich oft zu dicken Knäueln ballen, dann die acephalen Larven von *Lonchaea* sp. und an dritter Stelle die schmutzigbraunen Larven von *Zelima segnis* mit dem lang ausgezogenen Abdomen.

An Räubern und Schmarotzern sind zu beobachten: Drahtwürmer verschiedener Arten, kleine Laufkäferlarven (*Bembidium?*), sodann, mit dem Wachstum der *Hylobius*-Larven ungefähr Schritt haltend und ihnen beträchtlich zusetzend, die gefräßigen Larven von *Laphria gilva*. Auch die hellroten Larven des *Thanasimus formicarius* zeigen sich in kleinen Exemplaren schon bald und sind bis Mitte Juli erwachsen.

Zweites Jahr:

Nach der Überwinterung trifft man Anfang März in den Knüppeln (neben der *Hylobius*-Brut) den kleinen *Crypturgus pusillus* noch in Mengen an, *Ips laricis* spärlicher; daneben überwinterte Cerambyciden-, Elateriden- und Dipterenlarven; diese teilweise in Massen. *Lithobius forficatus* findet sich vereinzelt das ganze Jahr unter der Knüppelrinde. Zahlreiche Collembolen (*Isotoma* sp.). Einige Exemplare eines Physopoden; eines davon in eine unter die Knüppelrinde geratene Gramineen-Samenhülse eingebettet. Nematoden. Die großen Larven von *Laphria gilva* treten erst im Sommer des zweiten Jahres so recht in Erscheinung (zweijährige Generation? Dem *Hylobius* angepaßt? Ich halte sie für einen Hauptfeind der Rüsselkäferlarve). Im Spätsommer Nacktschnecken, die larvenfressend in den Hylobius-Mulmwiegen angetroffen werden, und zwar meist ziemlich tief unten in der feuchteren Region der Grube.

Auch nach Lage der Grube und Höhenregion des Knüppels zeigen sich charakteristische Unterschiede in der Entomofauna. Endlich verschiebt sich von Jahr zu Jahr das Bild in der Besiedlung gleichalteriger Gruben, so daß erst eine Reihe von Jahren durchgeführte Analysen einen einigermaßen vollkommenen Überblick über die Biozönose dieses „Anlockungs-" oder „Konzentrations-Biotops" verschaffen können.

Zusammenfassung.

1. In verschiedenen Revieren in der Nähe von Gießen wurden in den Jahren 1927, 1929 und 1930 Grohmannsche Brutgruben angelegt und teils nach 2 Jahren (1927), teils nach einem Jahr (1929), teils noch im Jahr der Anlage (1930) auf ihren lebenden Inhalt untersucht.

2. Es wurde nachgewiesen, daß die Larve des *Hylobius abietis* „überliegen", d. h. zweimal überwintern kann.

3. Die abnorm hohen Junitemperaturen von 1930 beschleunigten die Entwicklung der überwinterten Rüsselkäferbrut von 1929 so sehr, daß die erst im Frühjahr 1931 zu erwartenden Käfer bereits im August 1930 die Puppenwiegen in den Brutknüppeln verließen und zur Fortpflanzung schritten.

4. Die Winteranpassung der Imago von *Hylobius abietis* hat sich damit ebenso wie diejenige der Larve als eine „labile" erwiesen.

5. Aus einer im Frühjahr erfolgten Eiablage können demnach, je nachdem ein „durchschnittliches" oder „überdurchschnittliches" jährliches Wärmequantum zur Verfügung steht, drei Generationstypen hervorgehen:

A. 2jährige Generation von Frühjahr bis Frühjahr (Larve und Käfer überwintert),

B. 1jährige Generation von Frühjahr bis Frühjahr (Käfer überwintert),

C. $1^1/_4$jährige Generation von Frühjahr bis Sommer (Larve überwintert).

6. Da auch die im Spätsommer aus den Puppenwiegen kommenden Käfer noch ihre Eiablage vollziehen, ergeben sich für ihre Nachkommen folgende weiteren Generationstypen:

A_1. $1^3/_4$jährige Generation von Sommer bis Frühjahr (Larve und Käfer überwintert),

B_1. $^3/_4$jährige Generation von Sommer bis Frühjahr (Käfer überwintert),

C_1. 1jährige Generation von Sommer bis Sommer (Larve überwintert).

7. Eine unter-1jährige Generation des *Hylobius abietis*, bei der eine Überwinterung in Wegfall käme, konnte bisher nicht festgestellt werden.

8. Das Besiedlungsoptimum für die Hylobiuslarve lag in unserm Material zwischen 30 und 60 cm Tiefe (72% aller Puppenwiegen).

9. Die Mehrzahl der erwachsenen Hylobiuslarven wurde mit dem Kopf nach abwärts (332 von 551) in Splintwiegen (899 von 985) angetroffen.

10. Neben *Hylobius abietis* findet sich an und in den Grubenknüppeln eine reichliche Entomofauna, unter der die Dipteren und Ipiden überwiegen. Ein großer Teil der in den Gruben gefundenen Insekten (und anderer Wirbelloser) sind ausgesprochene Feinde der Hylobiusbrut.

Zwei forstentomologisch wichtige Fliegen.

Von

Ivar Trägårdh.

(Mit 30 Abbildungen.)

Während meiner forstentomologischen Untersuchungen habe ich mehrmals Dipterenlarven gefunden, die mehr oder weniger in Beziehung zu den Forstschädlingen stehen, sei es, daß sie sich als Raubtiere von denselben ernähren oder daß sie zusammen mit solchen lebten oder schließlich durch ihre Lebensweise mit schädlichen Insekten verwechselt werden konnten. Einige von diesen sind schon in früheren Publikationen erwähnt, z. B. *Chilosia morio* (1914), die von mir grankådflugan = Fichtenharzfliege genannt wurde, und die beiden in Grohmanns Fallen gefundenen Syrphidenlarven (1929), die zwar zu dieser Zeit nicht gezüchtet waren, aber trotzdem kurz beschrieben wurden.

Im folgenden werde ich zwei dieser Arten etwas ausführlicher behandeln und besonders ihre Entwicklungsstadien beschreiben, da ja bekanntlich unsere Kenntnis der Dipteren in dieser Beziehung noch sehr lückenhaft ist.

1. *Leucopis obscura* Haliday, ein Feind von *Chermes piceae*.

Der erste, der die Lebensgeschichte der Gattung *Leucopis* studiert hat, ist De Geer (1776, vol. 6, S. 35—38, pl. 2, figs. 1—5), der eingehende Beobachtungen über eine Art machte, die er *Musca gibbosa* nannte, und deren Larve er zusammen mit Blattläusen auf Weide fand und züchtete. Seine Beschreibung und seine Figuren sind so genau, daß es leicht ist, die Gattung zu erkennen. Auch hat De Geer zum erstenmal die eigentümliche Bewegung der Larve beobachtet, die wie eine Syrphidenlarve marschiert, zuerst mit hoch erhobenem, wie tastendem Vorderende, später mit dem Körper wie bei den Spannerraupen gebogen.

Später wurde von Haliday (1833, S. 173) eine *Leucopis*-Art, *L. obscura*, bei Holywood in Schottland auf Lärche und Fichte gefunden und 1837 kurz beschrieben. Im Jahre 1843 erwähnt Kaltenbach in seiner Monographie der Familien der Pflanzenläuse eine Fliegenart, die er zusammen mit *Pineus strobi* auf der Weymouthskiefer fand und *Agromyza*

chermivora nannte, ohne eine Diagnose zu geben. *Leucopis obscura* Haliday wurde später von Hardy wiedergefunden (1871, S. 256—258), und sämtliche Entwicklungsstadien sind ziemlich genau beschrieben. Sie wurde auch diesmal zusammen mit *Chermes piceae* gefunden.

Schließlich wurde *Leucopis atratula* im Jahre 1844 von Ratzeburg beschrieben (l. c. S. 170). Nach Ratzeburg wurde die Fliege aus kleinen, gelbbraunen Tönnchen erzogen, welche unter der Wolle von *Chermes piceae* verstreut lagen. Die Tönnchen waren häufig mit einem Löchelchen versehen, aus welchem eine sehr kleine *Ceraphron* herausgekommen war; die Fliegen waren sämtlich schon im Herbst ausgekommen, von der *Ceraphron* schwärmten aber noch Exemplare im nächsten Frühjahr.

Später ist dieselbe Art von Fulmek in Österreich auf *Pineus strobi* auf einer Weymouthskiefer schmarotzend (1912) wiedergefunden und ziemlich genau beschrieben worden. Fulmek weist auch nach, daß sie unrichtigerweise von Wachtl als zur Gattung *Agromyza* gehörend aufgeführt wurde, ein Irrtum, der sich später in dem Katalog der paläarktischen Dipteren von Becker, Bezzi, Kertesz und Stein wiederholte.

Die Mundteile der Larve von *Leucopis griseola* sind von Keilin (1915/1916, pl. 14, Fig. 82) kurz beschrieben.

Leucopis obscura und *atratula* dürften somit die einzigen Arten in der Gattung sein, die bis jetzt als spezielle *Chermes*-Feinde bekannt geworden sind. Dagegen sind, besonders in den letzten Jahren, mehrere *Leucopis*-Arten beschrieben, die sowohl als Feinde von Schildläusen als Blattläusen von Bedeutung sind, und zwar sowohl aus Europa als aus Nordamerika, Afrika und Asien.

Leucopis obscura Hal. wurde in Schweden zum erstenmal im Juni 1919 beobachtet in einem 60jährigen Tannenbestand am Omberg, der von *Chermes piceae* befallen war. Einige Bäume, deren Stämme zwar weiß von Wachswolle waren, beherbergten weder Läuse noch Eier, wohl aber waren in der Wachswolle Tausende von Fliegenpuparien vorhanden. Die meisten waren zwar zu dieser Zeit leer, aber aus einigen wurde eine kleine Fliege gezüchtet, die sich wahrscheinlich als mit *L. atratula* Ratzeburg identisch erwies. Die Identifizierung wurde später von Wahlgren bestätigt und die Art, die neu für Schweden war, wurde von Wahlgren später in „Svensk Insektfauna" aufgenommen (1927 S. 379). Bei näherem Studium der von Fulmek gegebenen Beschreibung stellte es sich aber heraus, daß die schwedische Art keine auffallend längere Borste zu beiden Seiten des vorderen Ocellus hatte. Vorausgesetzt, daß die von Fulmek beschriebene und von Hendel als *atratula* Ratzeb. bestimmte Art mit Ratzeburgs Art identisch ist — was man ja in Anbetracht von Hendels Autorität nicht bezweifeln kann, sich aber nicht objektiv feststellen läßt, da Ratzeburgs Typen verschwunden sind —, kann die schwedische Art nicht mit *atratula* Ratzeb. identisch sein. Es bestand aber immerhin die Möglichkeit, daß sie mit *obscura* Hal. identisch sein könnte. Ich

sandte deshalb ein Paar Exemplare an Dr. G. A. Marshall, Imperial Institute of Entomology, London, mit der Bitte, mir mit der Bestimmung zu helfen. Marshall sandte sie zu dem englischen Dipterologen James E. Collin, der mitteilte, daß im August auf Kiefern zwei *Leucopis*-Arten vorkamen. Die eine, die identisch mit der schwedischen Art war, könnte *L. obscura* Haliday genannt werden, die andere, die mit Fulmeks Beschreibung übereinstimmt, könnte *atratula* Ratzeb. genannt werden, wenn es sich nicht herausstellt, daß Fulmeks Art eine andere ist, was aber, wie gesagt, sich jetzt nicht mehr feststellen läßt.

Aus den in Omberg im August 1919 gemachten Beobachtungen geht zur Genüge hervor, daß *Leucopis obscura* ein bedeutender Feind von *Chermes piceae* ist.

Man konnte unter den von *Chermes* befallenen Stämmen vier Kategorien unterscheiden.

1. Bäume, deren Stamm bläulichweiß war und welche früher stark vom *Chermes* befallen waren, die aber wenigstens im unteren Teil (der einzige, der untersucht werden konnte) jetzt nur zum Teil von Wolle und leeren Häuten bedeckt waren.
2. Bäume, deren Stamm ganz weiß war, und wo lebende Läuse mit Eiern hie und da unter der Wolle und den leeren Häuten vorhanden waren.
3. Bäume, wo die meisten Läuse lebten und der Stamm ganz weiß war.
4. Bäume, wo nur hier und da vereinzelte Läuse vorhanden waren, besonders unter den Zweigen.

Auf den Bäumen 1 wurden Tausende von leeren *Leucopis*-Puparien, auf 2 und 3 sowohl leere als lebende Puparien und Larven in großer Zahl und auf 4 nur vereinzelte Larven gefunden.

Später wurde die Larve auch auf Visingsö zusammen mit *Chermes piceae* gefunden.

Beschreibung der Larve.

Die erwachsene Larve (Abb. 1) ist ca. 3,5 mm lang und ca. 1 mm breit. Die Farbe ist schmutzig gelblichgrau. Die Oberseite ist schwach gewölbt, die Unterseite flach. Der Körper besteht aus 12 Segmenten, einem sehr kleinen Kopfsegment, 3 Thorakalsegmenten und 8 Abdominalsegmenten und ist von etwa gleichmäßiger Breite in den 2—5 Abdominalsegmenten, verschmälert sich aber schnell nach vorn und mehr allmählich nach hinten. Die Kutikula ist auf dem Abdomen mit zahlreichen, mehr oder weniger nach hinten hakenförmig umgebogenen Kutikularzapfen bekleidet. Die Thorakalsegmente tragen dagegen nur niedrige Warzen.

Die Larve ist von dem sogenannten amphipneustischen Typus, d. h. die Stigmen sind geschlossen an sämtlichen Segmenten mit Ausnahme des Prothoral- und letzten Abdominalsegmentes. Die Prothorakal-

stigmen (Abb. 2) haben drei daumenförmige Zweige von beinahe derselben Länge und außerdem einen kleinen rundlichen Knopf. Auf der dorsalen Seite der Zweige sind zwei Reihen von kleinen, rundlichen Poren vorhanden, die offen zu sein scheinen. Die sogenannte Narbe habe ich nicht wahrnehmen können. Die Abdominalstigmen sitzen an der Spitze von zwei dunkel gefärbten, warzenförmigen Höckerchen, die sich dorsal auf dem letzten Abdominalsegment ziemlich weit voneinander entfernt befinden. Sie tragen drei schlauchförmige Sprosse von etwa derselben Länge, die viel größer als diejenigen der Prothorakalstigmen sind (Abb. 3). Diese zeigen auf der Oberseite ähnliche Poren wie die Prothorakalstigmen, in Reihen geordnet. Die Lumina der Schläuche sowie die sogenannte Filzkammer scheinen grob punktiert zu sein und dürften wie diese mit kleinen Stacheln bekleidet sein zwecks Filtrierung der Luft. Die Stigmennarbe ist deutlich ausgebildet und erscheint als eine rundliche Knospe.

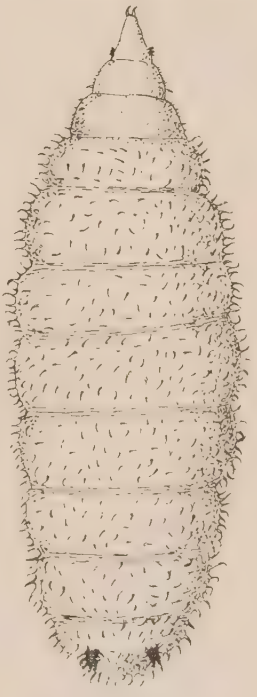


Abb. 1. Larve von *Leucopis obscura* Haliday.

Kopf und Mundteile. Das Kopfsegment ist sehr kurz und zum Teil in den Prothorax einziehbar. Da bei sämtlichen Larven, die mir zur Verfügung standen, bereits die vor der Verpuppung stattfindende Kontraktion des Körpers begonnen hatte, war das Kopfsegment ziemlich eingeschrumpft, so daß es schwer war, die Sinnespapillen deutlich wahrzunehmen. Es sind aber zwei Paar vorhanden, wie Fulmek angibt, und auf Abb. 4, wo der Vorderteil des Körpers von unten nach einem Mazerationspräparate abgebildet ist, sieht man deutlich diejenigen, die den oberen von Fulmek erwähnten und als Antennen gedeuteten entsprechen; sie sind fast zylindrisch, etwa zweimal so lang wie breit und an der Spitze abgerundet. Das Kopfsegment ist weichhäutig, aber an der Grenze, wo die Mundhaken mit den Vorderenden der unteren Schlundstäben gelenkig verbunden sind, findet man einen dorsalen, transversalen, stärker chitinisierten Streifen, der nach unten etwas umgebogen und erweitert und von der Unterseite deutlich sichtbar ist. Ein ganz ähnlicher Streifen ist von Fulmek abgebildet (l. c. Abb. 6, S. 213). Die Mundhaken sind tief schwarz, mit großem, in transversaler Richtung erweiterten Gelenkknopf, wodurch die Bewegung der Haken in dorsoventraler Richtung ermöglicht wird und einem scharfen, nach unten umgebogenen Zahn (Abb. 4).

Das Schlundgerüst (Abb. 5 und 6) besteht aus zwei Teilen, die jedoch miteinander fest verwachsen sind, den unteren Schlundstäbchen

und den oberen und unteren Schlundplatten. Die unteren Schlundstäbchen sind etwa von der Länge des hinteren Schlundgerüsts und mit breiter Basis mit demselben verwachsen; sie sind gerade, verschmälern sich allmählich nach vorn bis zu der Mitte, sind dann gleich breit und vorn quer abgestutzt. Die oberen Schlundplatten sind viel höher als die unteren, verschmälern sich allmählich nach hinten und sind in der oberen Hälfte bräunlich gefärbt; die unteren Schlundplatten sind etwa von der Höhe der Schlundstäbchen und von gleicher Höhe bis an das stumpfe Hinterende. Der Boden des Schlundes wird nicht von den unteren Schlundplatten gebildet, da diese mehr vertikal gestellt sind, sondern es gibt eine besondere, länglich ovale Ventralplatte, die den ganzen Boden

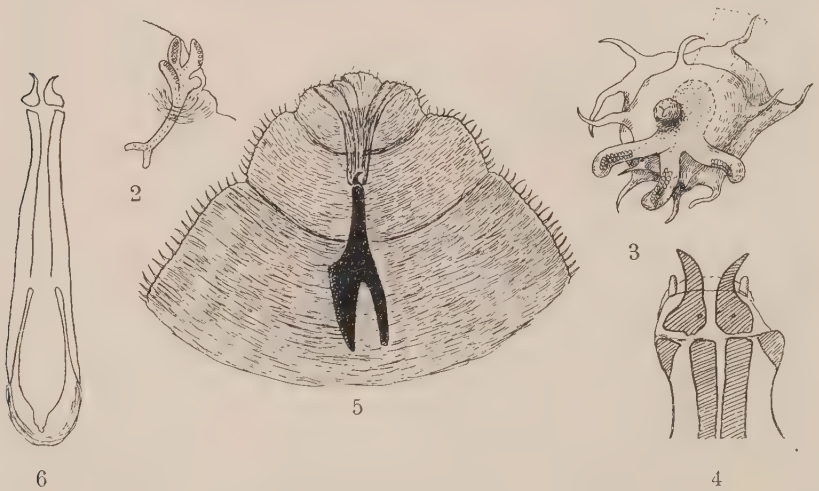


Abb. 2. Prothoracalstigma. — Abb. 3. Abdominalstigma. — Abb. 4. Vorderteil des Körpers, von unten gesehen. — Abb. 5. Deckel des Pupariums mit Cephalopharyngealskelett. — Abb. 6. Cephalopharyngealskelett, von unten gesehen.

fast ausfüllt und hinten in eine abgerundete und von der übrigen Platte abgesetzte Spitze ausläuft (Abb. 6).

Anatomie des Schlundes. Über dieselbe geben uns Abb. 7 und 8 Aufschluß. Wir sehen, daß, wenn die dorsoventralen Muskeln des oberen Schlundwandes nicht kontrahiert sind, das Lumen des Schlundes sehr eng ist. Die Unterseite desselben ist konkav, rinnenförmig, und die Oberseite stark konvex, so daß im Querschnitt das Lumen als eine halbkreisförmige Spalte erscheint, mit der konkaven Seite nach oben. Weder an der oberen noch an der unteren Seite sind einige Chitinleisten vorhanden, eine Tatsache, die mit der von Keilin (1915) aufgestellten These, daß solche bei den karnivoren Dipterenlarven nicht vorkommen, gut übereinstimmt.

Die dorsale Wand des Schlundes wird nach oben und unten bewegt durch zwei Reihen von fünf Paar sehr kräftigen, dorsoventralen Muskeln,

die an den oberen Schlundplatten befestigt sind, und die durch ihre starke Entwicklung Zeugnis von der kräftigen Saugtätigkeit der Larve geben.

Das Puparium (Abb. 9 und 10) ist schmutzig-blaßgelb und ähnelt natürlicherweise sehr der Larve. Nur ist das erste Thorakalsegment fast

Abb. 7. Transversalschnitt durch den Schlund der Larve.

Abb. 8. Sagittalschnitt durch den Schlund der Larve.

gänzlich in das zweite eingezogen, trichterförmig umgestülpt und an der Spitze eingeschnürt, so daß ein fester Verschluß zustande kommt, wo die Mundhaken mit dem Cephalopharyngealskelett fest verbunden bleiben. Am Hinterende wird der hinter den Abdominalstigmen befind-

Abb. 9. Puparium.

Abb. 10. Puparium von *Leucopis obscura* auf Tanne.

liche Teil nach der Bauchseite umgebogen, so daß die Stigmenknospen terminal werden und schief nach außen gerichtet sind.

Wie schon von anderen Verfassern hervorgehoben wurde, befestigt sich die Larve vor der Verpuppung durch Ausgießen eines schwarzen Sekretes durch die Analöffnung, wodurch das Puparium an die Unterlage festgeklebt wird.

Beschreibung der Fliege.

Der Kopf wird von Fulmek (l. c. S. 212) folgendermaßen charakterisiert:

„Kopf, namentlich der Scheitel, Schläfenrand und Wangenumkreis mit feinen und kurzen Borstenhärchen zerstreut besetzt; Frontorbitalborsten und Postvertikalborsten fehlen. Mundrand etwas aufgebogen, nur am Hinterrand mit einigen kurzen Börstchen; knapp an der unteren Augenecke, zu beiden Seiten der Mundöffnung, eine längere Borste vor den hinteren Ocellen inseriert; am Scheitel, innerhalb der oberen Augenecke jederseits zwei lange, divergierende Borsten, von denen die äußere länger ist."

Diese Beschreibung paßt ziemlich gut auf die schwedische Art (Abb. 11), nur ist hervorzuheben, daß sie keine auffallend längere Borste zu beiden Seiten des vorderen Ocellus, vor den hinteren Ocellen inseriert hat. Sonst finden wir sowohl die zwei längeren Borsten an der unteren Augenecke, wie die vier langen, divergierenden Borsten innerhalb der oberen Augenecke, von denen die äußere länger ist. Bei der schwedischen Art sind die medianen der beiden Vertikalborsten nur etwa halb so lang wie die lateralen und nach der Mitte gerichtet, während die lateralen nach außen gebogen sind;

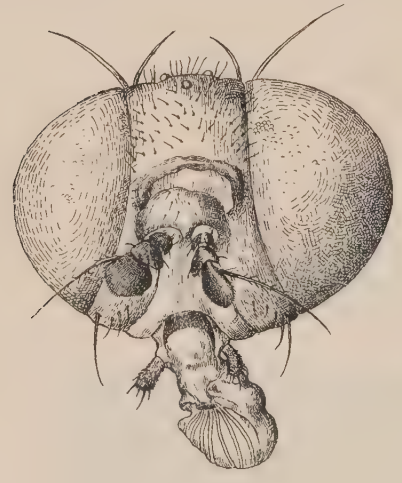


Abb. 11. Kopf von *Leucopis obscura.*

Abb. 12. Antenne von *Leucopis obscura.*

die Postvertikalborsten sind zahlreich, perpendikulär und ein wenig länger als die Frontoorbitalborsten. Der Stirn trägt zahlreiche kleine Haarbörstchen und die Vibrissen bestehen aus einer Reihe von 5—6 Borsten, von denen die unterste etwa dreimal so groß wie die anderen sind.

Die Antennen (l. c. Abb. 2) werden von Fulmek in folgender Weise beschrieben (l. c. S. 212):

„Fühler kurz, drittes Fühlerglied fast kreisrund, hell pubeszent; Fühlerborste dreigliedrig, mit dickem zweitem Glied und fast dreimal so langem, kurz beborstetem Endgriffel."

Wenn man diese Maße auf der beigefügten Abbildung kontrolliert, findet man aber, daß der Endgriffel fast 5 mal so lang als das zweite Glied ist, und da die Abbildung wohl unter Benutzung eines Zeichenapparats gemacht sein dürfte, ist wahrscheinlich das längere Maß das richtige. Ein genauer Vergleich zwischen der Antenne nach Fulmek und der schwedischen Form ergibt folgendes:

	2 + 3 Antennenglied	2. Glied der Antennenborste	3. Glied
L. atratula (nach Fulmek) .	4,6	1,3	6,3
Schwedische Form	3,2	1,3	4,0

Es ist daraus ersichtlich, daß die schwedische Form sich durch ein viel kürzeres Terminalglied und durch ein schlankeres zweites Glied der Antennenborste unterscheidet, sowie durch ein kurzes zweites Antennenglied (Abb. 12).

Der Thorax wird in folgender Weise von Fulmek beschrieben (l. c. S. 212):

„Rückenschild gewölbt, oben auf der Scheibe kaum erkennbar gestriemt, mit zahlreichen, kurzen, nach rückwärts gerichteten Börstchen besetzt; seitlich, vor der Flügelwurzel, drei große Borsten hintereinander und eine etwas oberhalb der mittleren; knapp oberhalb der Flügelwurzel drei lange Borsten; auf der Abdachung des Rückens quer vor dem Schildchen eine Bogenreihe von 4 Borsten, davon die laterale am längsten und vor dieser noch je eine kürzere Borste."

Bei der schwedischen Art (Abb. 13) sind im ganzen auch 12 Paar längere Borsten vorhanden, die nach der neueren Nomenklatur in folgender Weise benannt werden dürften: Humeralborste kräftig, je eine Posthumeral- und eine Presuturalborste in einer Querreihe, Notopleuralborste von derselben Größe wie

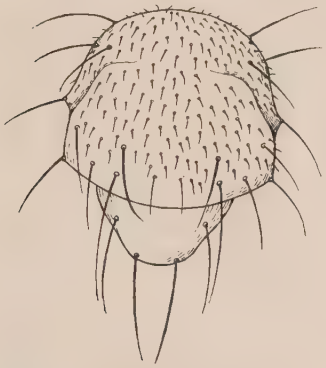


Abb. 13. Thor von *Leucopis obscura*.

Abb. 14. Flügel von *Leucopis obscura*.

die vorigen. Von den übrigen Borsten des Scutum, der Postalar-, Intraalar-, Dorsocentral- und Acrostichalborsten entsprechend sind nur 6 Paare vorhanden, die in zwei Querreihen von je 2 und 4 angeordnet sind. Auf dem Sentellen sind zwei Borsten vorhanden, ein Paar an dem Hinterende, das andere etwas vor der Mitte. Von den ersteren ist die Mediane etwas submarginal, gröber als die laterale, von den letzteren ist die Acrosticalborste die kleinste und die Dorsocentralborste die längste.

Die Flügel nach Fulmek (l. c. S. 213, Abb. 1):

„Fein stichelhaarig, mit etwas stärkeren Stichelborsten längs des Vorderrandes; Aderung gegen die Flügelwurzel hin und besonders in der hinteren Flügelhälfte graugelb, undeutlich; Flügelwurzel gelblich. Die Costa reicht bis zur Mündung der 4. Längsader (Mediastina), Analis kurz und nur faltenartig angedeutet."

In der Tat zeigen die Flügel der schwedischen Form eine sehr weitgehende Übereinstimmung mit denen, wie sie von Fulmek (l. c. Abb. 1) abgebildet sind (Abb. 14).

2. *Megaselia plurispinulosa* Zetterstedt, ein Feind des großen Rüsselkäfers.

Bei den Untersuchungen über die Biologie des großen Rüsselkäfers, die besonders in Deutschland ausgeführt worden sind, hat man mehrmals unter den mit den Rüsselkäferlarven assoziierten Insekten auch Dipterenlarven gefunden. Solche wurden z. B. von Fr. Eckstein im Jahre 1920 beschrieben. Eckstein führte sie zur Gattung *Brachyopa* unter den Syrphiden und sprach die Vermutung aus, daß sie sich von den *Hylobius*-Larven ernähren, eine Auffassung, der sich Escherich auch anschließt (1923).

Dieselbe Larve wurde von mir auch in Schweden gefunden, und zwar auf Grohmanns Fallen, aber nur wenn sie aus Kiefern hergestellt wurden. Es gelang mir die Larve zu züchten und sie stellte sich als *Hammerschmidtia conica* heraus. Eine Untersuchung der Mundteile gab als Resultat, daß sie nicht carnivor war sondern ein Detritusfresser (1929). Es waren nämlich keine Mundhaken vorhanden, nur ein Organ, das demjenigen von der *Eristalis*-Larve sehr ähnelte (vgl. Trägårdh 1903).

Auch eine zweite Larve, die unter der Rinde von Fichtenstümpfen gefunden wurde und sich als *Xylota florum* erwies, stellte sich als ein Detritusfresser heraus. (1929, S. 62—64.)

Die einzige Fliegenlarve, die bis jetzt sicher als ein Feind der *Hylobius*-Larve konstatiert worden ist, ist somit *Medeterus signaticornis* (vgl. Trägårdh 1914), die ich schon früher zusammen mit Borkenkäferlarven gefunden habe, von denen sie sich ernährt, und die ich in den letzten Jahren oft auch in *Hylobius*-Larven gefunden habe.

Ich wurde deshalb sehr überrascht, als ich Ende Juni 1920 bei Forssjö unter der Rinde von Fichtenstämmen in Grohmanns Fallen eine Anzahl einer Fliegenlarve antraf, und zwar immer und ausschließlich zusammen mit *Hylobius*-Larven. Gewöhnlich fand ich je 8—10 Larven in einer *Hylobius*-Larve und viele von den letzteren waren ganz leer und so ausgesogen, daß nur die Kutikula übrig war.

Die Häufigkeit der Fliegenlarve wird durch folgendes Beispiel beleuchtet. Auf 5 Stück 80 cm langer Fichtenstämme wurden im ganzen 74 *Hylobius*-Larven gefunden; von diesen waren 54 % von Fliegenlarven, 8 % von Pilzen getötet, 16 % hatten ihre Puppenwiegen im Holz fertig gemacht, und 12 % waren, allem Augenschein nach gesund, unter der Rinde zu finden.

Die Larven, von denen die meisten erwachsen waren, wurden gezüchtet und stellten sich als Phoriden-Larven heraus. Die Art wurde von dem bekannten Phoriden-Forscher Dr. Schmitz S. J. als *Megaselia plurispinulosa* Zett. identifiziert, eine Art, von der Schmitz Zetterstedts Typen in Lund untersucht hat, und die nach ihm mit *M. giraudi* Auctorum

synonym ist, aber nicht mit *M. giraudi* Eggers, die species incerta ist (Schmitz 1929).

Wir kommen jetzt zu den beiden Fragen, ob die Anwesenheit der *Megaselia*-Larve zusammen mit den *Hylobius*-Larven unter der Rinde der Fichtenstämme zufällig ist oder nicht, und im ersten Falle, ob sie kranke oder gesunde Larven befällt.

Es ist offenbar, daß viele Phoriden-Larven ausgesprochen polyphag sind und in allerlei faulenden, vegetabilischen oder animalischen Substanzen ihre Entwicklung durchmachen. Auch Insektenlarven werden oft befallen, so erwähnt z. B. Lundbeck (Diptera Danica), daß *M. pusilla* aus Larven, die unter Kiefernrinde zusammen mit den Resten eines *Astynomus aedilis* lebten, gezüchtet wurde und *M. ruficornis* aus einem toten *Prionus coriarius*.

Man hat aber auch Fälle von unzweifelhaftem Parasitismus bei den Phoriden gefunden. So kommen z. B. solche in den Köpfen von Ameisen und Termiten vor.

Um die Frage nach dem Parasitismus der Phoriden-Larven zu lösen, sind natürlich Experimente dringend nötig. Solche liegen aber bis jetzt nicht vor, und es liegt in der Natur der Sache, daß es ungemein schwierig, wenn nicht zu sagen unmöglich ist, zu entscheiden, ob eine Larve gesund war zu der Zeit, wo sie befallen wurde, wenn man ihren toten Körper mehr oder weniger von Phoriden-Larven aufgefressen findet. Es mag sein, daß es bei den Phoriden ebensowenig wie bei den Sarcophagiden eine scharfe Grenze zwischen Saprophyten und Parasiten gibt. Denn bei den letzteren ist es mehrmals nachgewiesen worden, daß Arten, die normale Saprophyten sind, bei Massenvermehrungen als echte Parasiten auftreten (vgl. Trägårdh 1920, S. 320). So fand z. B. Riley, daß *Sarcophaga carnaria* und *Calliphora erythrocephala* sowohl junge wie ältere Acridien parasitierten; ähnliche Beobachtungen machte Künckel d'Herculais in Algier in bezug auf *Sarcophaga clathrata*, und in Schweden scheint es, als ob *Agria affinis* bei Nonnenverheerungen als Parasit auftritt.

Rein prinzipiell scheint es mir aber, als ob die Gesundheit des Wirtstieres in folgender Hinsicht von Bedeutung sein könnte.

Erstens kann angenommen werden, daß ein Wirtstier einer gewissen Zersetzung unterliegen muß, um von einer saprophagen Art mit Hilfe ihres Geruchsinnes entdeckt zu werden.

Zweitens kann man annehmen, daß der Gesundheitszustand des Wirtes auf die Möglichkeit des Parasites, ihn mit Eiern zu belegen, einwirkt. Wie bekannt sind viele Raupen zu einem gewissen Grade imstande, sich durch Bewegungen des Körpers gegen Parasiten zu wehren, die auf sie Eier ablegen wollen. Sind sie aber krank und infolgedessen weniger beweglich, so fallen sie deshalb ihren Feinden leichter zum Opfer.

Schließlich ist es wohl auch möglich, daß die Kutikula bei einer gesunden Raupe stark oder zäh genug sein mag, um das Eindringen der Parasiten verhindern zu können.

Aus diesen Gesichtspunkten ist zu untersuchen, wie die Beziehungen zwischen *Megaselia plurispinosa* und der *Hylobius*-Larve zu beurteilen sind.

Zunächst ist bemerkenswert, daß die Fliegenlarven bis 60 cm tief unter der Oberfläche der Erde in der Grohmannschen Falle vorkam. Sie wurden außerdem, im Gegensatz zu den oben erwähnten Syrphiden-Larven, niemals allein gefunden, sondern immer zusammen mit den *Hylobius*-Larven. Da auch ganz junge Larven tief unter der Erde vorkamen, muß man annehmen, daß die Fliegen wenigstens 30—40 cm tief heruntergekrochen sind, um ihre Eier in die Ritzen der Rinde abzulegen. Die Fallen waren ja im Mai 1929 eingerichtet, und im Sommer 1930 war deshalb die Rinde der Fichtenstämme ziemlich morsch und voll von Ritzen. Die Annahme, daß die Eier nahe der Oberfläche abgelegt worden sind, und daß die jungen Larven selbst bis zu einer Tiefe von etwa 60 cm heruntergekrochen sind, kann natürlich nicht durchaus verneint werden, erscheint aber nicht sehr wahrscheinlich. Jedenfalls ist es eine Tatsache, daß die Fliegen äußerst schnell laufen können und es vorziehen, die Beine statt der Flügel zu benutzen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß sie imstande sind, wenigstens eine Strecke in die Erde herunterzudringen, bis sie auf den Fichtenstämmen einige für die Eiablage geeigneten Rindenrisse finden, und daß später die jungen Larven unter der Rinde in die *Hylobius*-Gänge hineindringen, bis sie die Larven antreffen.

In beiden Fällen scheint es mir, als ob man das Vorkommen der *Megaselia*-Larven zusammen mit den *Hylobius*-Larven auf eine zielbewußte Tätigkeit seitens des *Megaselia*-Weibchens zurückführen muß, und daß letzteres mit Hilfe seines Geruchsinnes imstande ist, die Anwesenheit der *Hylobius*-Larven 40—60 cm unter der Erde wahrzunehmen.

In bezug auf die Bedeutung des Gesundheitszustandes des Wirtstieres für den Befall seitens der Parasiten ist es, wie oben gesagt, klar, daß freilebende Raupen sich besser verteidigen können als kranke. Für die *Megaselia*-Larve ist es dagegen bedeutungslos, ob die *Hylobius*-Larve gesund oder krank ist. Denn letztere liegt in dem Gange an allen Seiten von Holz, Rinde oder Bormehl eingeklemmt und kann der *Megaselia*-Larve nicht entfliehen.

Zuletzt ist noch zu erörtern, ob nicht vielleicht die Kutikula der gesunden *Hylobius*-Larve zu widerstandsfähig gegen die *Megaselia*-Larve ist. Um diese Frage zu beurteilen, müssen wir die Mundteile der letzteren untersuchen.

Die Larve von *Megaselia plurispinulosa* unterscheidet sich, wie wir später sehen werden, von allen bisher bekannten Phoriden-Larven dadurch,

daß aus der Mundöffnung nur ein einziger, scharf gebogener und zugespitzter Haken austritt. (Abb. 27.)

Welche Bedeutung kommt diesem Haken zu? Zwei Annahmen scheinen vorzuliegen: entweder dient dieser Haken der Lokomotion oder auch ist er eine Vorrichtung, womit die Larve die Haut der *Hylobius*-Larve durchbohrt. Gegen die erste Annahme spricht die Tatsache, daß es eine ganze Menge von Fliegenlarven gibt, die unter der Rinde von Bäumen leben, die sich ohne einen derartigen Mundhaken mit Hilfe von Kriechwulsten oder von nach hinten gerichteten Kutikularzapfen bewegen können. Ich bin deshalb der Auffassung, daß der Haken dazu dient, die Kutikula der *Hylobius*-Larve zu durchbohren. Wenn dies richtig ist, bestätigt es die Annahme, daß die Larve ein wahrer Parasit von der *Hylobius*-Larve ist.

Beschreibung der Larve.

Ehe wir auf die Beschreibung der Mundteile und des Cephalopharynx der *plurispinulosa*-Larve eingehen, dürfte es sich empfehlen, einen Überblick über unsere bisherigen Kenntnis dieser Organe bei den *Phoriden*-Larven zu geben. Lundbeck gibt in seiner großen Arbeit über die Phoriden (Diptera Danica Part VI, 1922, S. 83) eine sehr nichtssagende Darstellung derselben: „The mouth parts consist, as in other cyclorhaphous larvae of a pharyngeal skeleton with a pair of hooks."

Keilin dagegen gibt (Recherches sur la morphologie larvaire des Diptères du genre Phora, Bull. Scientifique de la France et de la Belgique, 1911, vol. XLV) statt dessen eine sehr eingehende Darstellung der Larven einiger Arten, wo auch die verschiedenen Stadien berücksichtigt sind, und später (Recherches sur les larves de Diptères cycloraphes, Bull. Scientifique de la France et de la Belgique, vol. XLIX, 1915—16) bildet er das Cephalo-pharyngeal-Skelett von *Aphiochaeta rufipes* (3. Stadium) und von *Phora Bergenstammi* (3. Stadium) ab.

Aus diesen Beschreibungen geht hervor, daß diese Teile in den verschiedenen Arten von sehr wechselndem Bau sind, besonders in bezug auf die Ausbildung der Unterlippe, die zwar immer gut entwickelt ist, aber nur bei dem dritten Stadium von *Phora Bergenstammi* hakenförmig nach unten umgebogen ist.

1. Stadium.

Mundteile und Cephalopharyngealskelett (Abb. 15).

Die unteren und die oberen Schlundplatten sind nach vorn miteinander in einem halbkreisförmigen Bogen verbunden. Aber außerdem sind die Vorderecken der oberen Schlundplatten miteinander durch einen schmalen, nach vorn gerichteten Bogen verbunden, von dem zwei schmale, schwächer chitinisierte, miteinander annähernd parallele Längsstäbchen nach hinten gehen.

Die unteren Schlundstäbchen sind ziemlich breit und ventral in der vorderen Hälfte durch einen stark chitinisierten Bogen miteinander verwachsen. Sie sind durch zwei schmale Stäbchen, die von der oberen Hinterecke ausgehen, mit dem vorderen Bogen der Schlundplatten verbunden und senden nach vorn einen kurzen, an der Spitze schräg abgeschnittenen Fortsatz aus.

Die Wände des Oesophagus sind durch zwei längsgehende, sehr schmale, schwach S-förmig gebogene Stäbchen gestützt, die nicht mit dem Schlundplattenbogen verwachsen sind, und die nach vorn soweit wie der Vorderrand des unteren Schlundbogen reichen.

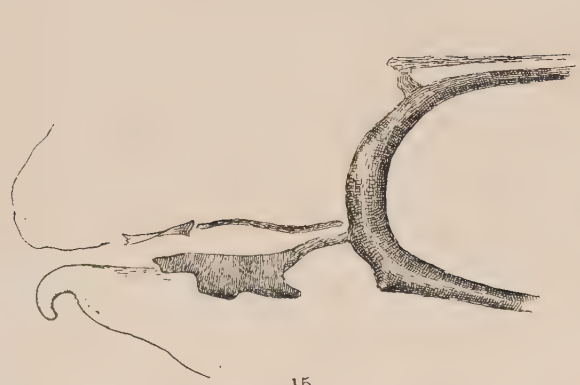
Die Mundhaken sind sehr klein und schwach, halb so lang wie die Stäbchen, gegen deren Vorderenden sie sich stützen, in der Mitte schmäler mit breiter, schief abgeschnittener Basis und in der Spitze erweitert und in 4—5 Fingern geteilt. Das ganze Schlundgerüst kann hervorgestülpt werden, so daß die Mundhaken aus der Mundöffnung ein wenig hervortreten. Die Unterlippe ist gewaltig entwickelt und in einen scharf nach unten umgebogenen und ziemlich wohl chitinisierten Zahn ausgezogen.

Wie ich schon hervorgehoben habe (Beiträge zur Kenntnis der Dipterenlarven 1. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Larve von *Ephydra riparia* Fall. S. 7), ist es überhaupt sehr schwer, die verschiedenen Platten und Stäbchen des Cephalopharyngealskelettes der Dipterenlarven zu homologisieren, da wir die Entwicklungsgeschichte derselben zu wenig kennen. Außerdem sind diese ja meistens nur Verdickungen der Kutikula des Oesophagus und der Wände des sogenannten Frontalsacks, also durchaus nicht mit scharf begrenzten Gliedmaßen oder Skeletteilen vergleichbar. Es darf daher nicht wundernehmen, daß diese Teile von *M. plurispinulosa* nicht einmal mit denselben des ersten Larvenstadiums von *Phora Bergenstammi* verglichen werden können (Keilin 1911, Abb. 1, Pl. 1). Nur soviel kann hervorgehoben werden, daß bei dem letzteren keine zahnförmige Ausbildung der Unterlippe vorhanden ist, sondern daß der sogenannte „muraille ou pièce intermediaire", der nach Keilin mit der Unterlippe homolog ist (vgl. Keilin 1915/16, figs 86 und 87, pl. XV) sowohl im ersten wie im zweiten Stadium gerade und schildförmig ist.

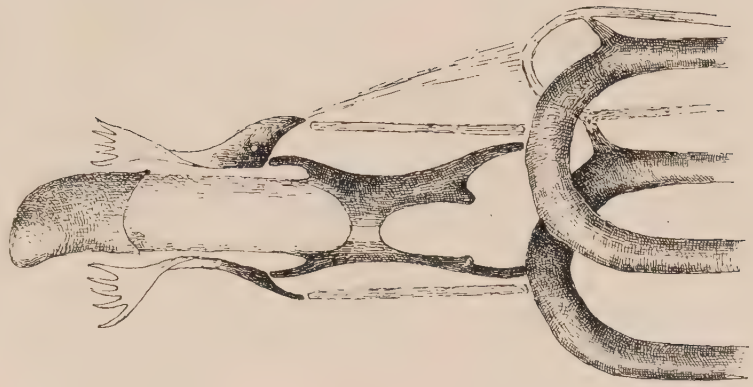
Die Larve von *Megaselia plurispinulosa* zeichnet sich deshalb, so weit bekannt ist, von allen anderen Phoriden-Larven dadurch aus, daß die Unterlippe schon im ersten Stadium als ein medianer, nach unten umgebogener Zahn ausgebildet ist.

2. und 3. Stadium.

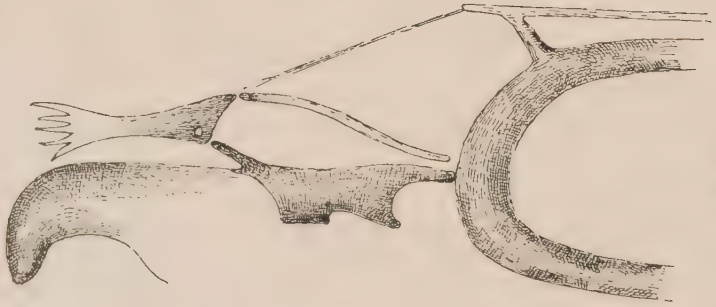
Diese Stadien sind in bezug auf die Mundteile und das Cephalopharyngealskelett so ähnlich, daß nur die relativen Größenverhältnisse ein wenig verschieden sind. (Abb. 15—17.)



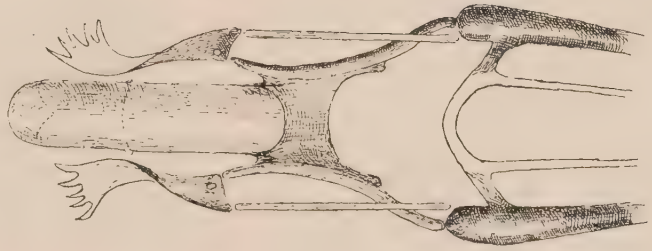
15



17



16



18

Abb. 15. Mundteile und Cephalopharyngealskelett von *Megacelia plurispinulosa*, I. Stadium, von der Seite gesehen. — Abb. 16. Dasselbe, 3. Stadium, von der Seite gesehen. — Abb. 17. Dasselbe, Ventralansicht. — Abb. 18. Dorsalansicht.

Die oberen und unteren Schlundplatten sind von demselben Bau. Die oberen sind durch einen schmalen, nach vorn gerichteten Bogen miteinander verbunden, von dem zwei schmale, gerade, parallele Längsstäbchen nach hinten ausgehen. Die unteren Schlundstäbchen sind von annähernd demselben Bau wie im 1. Stadium, nur sind die vorderen lateralen Fortsätze länger und schmäler und nach oben gerichtet, so daß sie mit der unteren Ecke der Mundhaken zusammenstoßen.

Die lateralen Stäbchen sind von derselben Form wie im 1. Stadium, aber verhältnismäßig länger und mehr nach oben gerichtet.

Die Mundhaken (Abb. 18) sind viel größer geworden und erreichen fast die Länge der unteren Schlundstäbchen. Ihr hinterer Teil ist stark chitinisiert und schief abgeschnitten und die ventrale Hinterecke wird von dem vorderen Fortsatz der unteren Schlundstäbchen, die dorsale Ecke von dem Vorderteil der lateralen Stäbchen gestützt. In der Mitte sind die Mundhaken eingeschnürt, aber nach vorn erweitern sie sich in dünne handähnliche Platten, die in fünf gleichgroße Finger geteilt sind. Die Mundhaken können ausgestülpt werden. Die Unterlippe (Abb. 18) hat verhältnismäßig gewaltig an Größe zugenommen, ist stark chitinisiert und als ein kräftiger, nach unten umgebogener, zugespitzter Zahn ausgebildet.

Abb. 19. Sagittalschnitt durch den Schlund der Larve von *Megaselia plurispinulosa*.

Anatomie des Schlundes. Wie schon oben hervorgehoben wurde, hat Keilin (1915) dargelegt, daß die saprophagen, phytophagen und carnivoren Muscidenlarven sich voneinander im Bau des Schlundes wesentlich unterscheiden. Bei den saprophagen Larven ist der Boden des Schlundes mit neun Chitinleistchen bewaffnet, ganz wie bei vielen wasserbewohnenden Larven z. B. von *Ephydra riparia*, wo ich dieselben in 1903 beschrieb (vgl. Trägårdh 1903, Abb. 1—3, Taf. 3).

Wie ich dort hervorhob (l. c. S. 20—21), hat dieser eigentümliche Apparat sowohl bei den aquatischen (*Ephydra*, *Eristalis*) als bei den terrestren Larven (*Lonchoptera, Calliphora*) die Funktion, feste Partikel von Flüssigkeit zu separieren. Bei den aquatischen Larven sind den festen Partikel die Nahrungsmittel, die Flüssigkeit, das Wasser aber hat keinen Wert. Demgemäß werden diese durch besondere Vorrichtungen, den in der Mündung des Pharynx sitzenden, nach hinten gerichteten Borsten beim Abfließen des Wassers, was wohl durch Kontraktion der Quermuskeln erfolgt, festgehalten. Bei den beiden terrestren Larven, von denen sich die eine, *Lonchoptera,* von verfaulten Blatteilen, die andere, *Calliphora,* von allerlei faulen, animalischen Substanzen ernährt, sind

die Flüssigkeiten die Nahrungsmittel, die festen Partikel dagegen sind wertlos. Demgemäß haben wir hier keine Vorrichtungen zum Festhalten von jenen, und es finden sich hier keine Quermuskeln, die ein Herauspressen der Flüssigkeit bewirken können, sondern diese wird aufgesogen.

Bei den phytophagen Larven sind diese Leistchen nach Keilin entweder sehr reduziert oder fehlen gänzlich und bei den carnivoren fehlen sie.

Es ist deshalb von grundsätzlicher Bedeutung, die Anatomie des Schlundes der Larve von *Megaselia* in dieser Beziehung zu untersuchen, um Gesichtspunkte für die Beurteilung ihrer Lebensweise zu gewinnen.

Abb. 20. Querschnitt durch den Schlund der Larve von *Megaselia plurispinulosa* im hinteren Teil.

Abb. 21. Querschnitt durch den vorderen Teil.

Es zeigt sich, daß der Bau des Schlundes sowohl mit dem phytophagen als mit dem carnivoren Typus übereinstimmt.

Auf einem Sagittalschnitt sehen wir (Abb. 19), daß der Schlund und der Oesophagus nicht in gerader Linie verlaufen, sondern daß der Schlund schräg nach unten gebogen ist. Die Grenze zwischen dem Schlund und dem Oesophagus ist scharf und durch eine dorsale Querfurche markiert, in die eine ventrale Leiste paßt, wodurch möglicherweise ein Verschluß des Schlundes erreicht wird, der bei dem Saugen von Bedeutung ist.

Die ventrale Wand des Schlundes ist nur in dem vorderen Teil mit kurzen Leistchen versehen, die aber sehr niedrig und oben nicht Y-förmig geteilt sind (Abb. 21) und den Eindruck machen, daß sie rudimentär sind. Weiter nach hinten fehlen sie vollständig (Abb. 20).

Kutikula und Sinnesorgane.

Die Kutikula ist mit kleinen kurzen, konischen, zugespitzten, nach hinten gerichteten Zapfen (Abb. 28) bekleidet, die in regelmäßigen Querreihen in sehr charakteristischer Weise angeordnet sind. Auf der Dorsalseite fehlen solche Kutikularzapfen auf den Kopfsegmenten, auf dem Pro- und Mesothorax und auf den 3—4 Abdominalsegmenten. Auf dem Metathorax und den 1—2 Abdominalsegmenten sind sie in dem vorderen Teile des Segmentes in Querreihen von resp. etwa 6—7, 6—7 und 3—4 Reihen angeordnet. Auf den 5—7 Abdominalsegmenten sind sie dagegen

Abb. 22. Larve von *Megaselia pluri-spinulosa* Zett., von oben gesehen.

Abb. 23. Puparium, von oben gesehen.

Abb. 24. Larve, von der Seite gesehen.

in dem hinteren Teil in resp. 4—5, 4—5 und 8—9 Reihen geordnet, und auf dem Analsegment sind in gleicher Höhe mit den Stigmen zwei laterale, rundliche Flecke von 5—6 Reihen vorhanden.

Außerdem sind auch eigentümliche Papillen vorhanden, die in einer einfachen Querreihe etwas vor der Mitte angeordnet sind. Es gibt derer auf dem Prothorax zwei Paar, auf dem Meso- und Metathorax und auf dem 1—7 Abdominalsegment drei Paar, von denen ein Paar lateral ist, zwei etwa so weit voneinander wie von der Seite und das dritte Paar in der Mitte zwischen den übrigen eingefügt sind. (Abb. 22 und 24.)

Die Papillen (Abb. 25) sind konisch, zapfenförmig auf breiter Basis und tragen in der Spitze einen eigentümlichen, scherenförmigen Fortsatz, an dessen Basis zwei äußerst kleine Zapfen vorhanden sind. An dem Analsegment sind die Papillen größer aber sonst von demselben Bau.

Sinnespapillen auf dem Kopf. Auf dem Kopf sind die beiden Paare von Papillen vorhanden, die bei allen Fliegenlarven vorhanden sind, deren Homologisierung aber sehr unsicher ist. Die lateralen oder oberen Papillen (Abb. 26) sind viel größer als die unteren und zweigliedrig. Das Basalglied ist von einer dünnen, kreisrunden Falte umsäumt, schwach konisch und hat an der Basis eine kleine, ringförmige Pore; das Endglied ist birnförmig und an der Spitze, soweit ich sehen kann, glatt ohne Poren oder Sinneshaare.

Die vorderen, medianen Papillen sind eingliederig, schmal, fingerförmig, mehr als dreimal so lang wie breit und mit kleinen Sinnespapillen bedeckt, die in schrägen, parallelen Querreihen angeordnet sind.

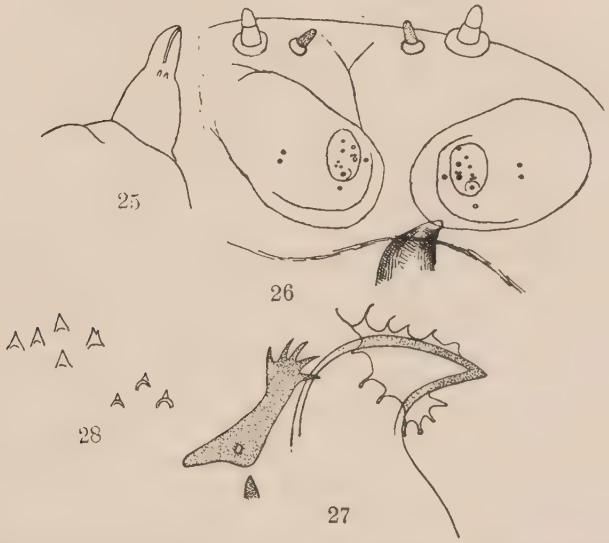


Abb. 25. Papillen. — Abb. 26. Vorderende der Larve mit Sinnespapillen und ovale Platten mit Sinnesporen. Abb. 27. Ventraler Mundhaken und einer der dorsalen Mundhaken. — Abb. 28. Kutikularzapfen.

Außerdem finden wir unterhalb der Papillen etwa halbwegs zwischen diesen und der Mundöffnung zwei ovale Platten (Abb. 26), die ziemlich dicht mit kleinen zapfenförmigen, in tiefen Poren inserierten Sinnesorganen besetzt sind, von denen 2—3 größer als die übrigen sind.

Stigmen. Die Prothorakalstigmen sind braun gefärbt (Abb. 29) und ragen als kurze Knospen hervor, die an der Spitze zweigeteilt sind. Sie sind an der Basis von einer ringförmigen Zone umgeben. Die sogenannte Filzkammer ist verhältnismäßig sehr lang und schmal, etwa dreimal so lang wie die Stigmen und erweitert sich hinten sackförmig im hinteren Drittel.

Die Analstigmen (Abb. 30) sitzen auf zwei schief nach hinten und nach außen gerichteten, warzenförmigen Erhöhungen, die durch eine erhobene nach vorn gebogene Linie verbunden sind. Die Stigmen

sind doppelt, im Umriß oval und stoßen in der Mitte miteinander zusammen; ihre Längsachsen sind zusammenfallend und schräg. Die Öffnungen sind durch zwei längsgehende Leisten, die in der Mitte fast zusammenstoßen, beinahe in zwei zerlegt, von diesen Leisten ist die laterale sehr hoch, im Durchschnitt fast zuckertopfähnlich, die mediane niedrig

Abb. 29. Prothoracalstigma.

Abb. 30. Analstigma.

und abgerundet. Die Wände der Stigmenöffnungen sind mit perpendikulären Haaren dicht bekleidet. Die Ecken zwischen den Stigmen sind durch zwei, nach außen von scharfen Bogenlinien begrenzte Platten ausgefüllt, von denen die vordere etwa doppelt so groß wie die hintere ist und zwei ovale, eingedrückte Felder hat.

Literatur.

1. De Geer, Ch., Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. Stockholm 1776, T. 6.
2. Eckstein, Fr., Eine Syrphidenlarve aus Larvengängen von *Hylobius abietis*. Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft Bd. 18. Stuttgart 1920.
3. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. 2. Berlin 1923.
4. Fulmek, L., *Leucopis atratula* Ratzeb. Zeitschr. f. wissensch. Insektenbiologie Bd. 8. Husum 1912. S. 211—214. 6 Textfig.
5. Halidey, Entomological Magazine Vol. 1. 1833.
6. Hardy, D., Memoirs on Scottish Diptera Nr. 4. *Leucopis obscura* Haliday. The Scottish Naturalist, Vol. 1. Perth 1871--1872.
7. Keilin, D., Recherches sur la morphologie larvaire des Diptères du genre *Phora*. Bull. Sci. de la France et de la France Bd. 45. Paris 1911. S. 27—88, Pl. I—IV.
8. — —, Recherches sur les larves de Diptères cycloraphes. Ibidem. Bd. 49. Paris 1915—1916.
9. Lundbeck, W., Diptera Danica. Part VI. Kopenhagen 1922.
10. Ratzeburg, J. W., Die Forstinsekten. T. 3. Berlin 1844.
11. Trägårdh, I., Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Larve von *Ephydra riparia* Fall. Arkiv f. Zoologi Bd. 1. Stockholm 1903.
12. — —, Skogsentomologiska Bidrag 1—5. Entomologisk Tidskrift. Stockholm 1914. S. 188—209., 12 Textfigs.
13. — —, Skogsentomologiska Bidrag II. Medd. fr. Statens Skozsförsöksanstelt Bd. 20. Stockholm 1923.
14. — — Undersökningar över den större snytbaggen (Untersuchungen über den großen Rüsselkäfer und dessen Bekämpfung). Ibidem Bd. 25. Stockholm 1929.

Beitrag zur Kenntnis ägyptischer Bostrychiden.

Von

Adolf Andres†, Heliopolis (Ägypten).

[Mit 4 Abbildungen und 1 farbigen Tafel.[1])]

Eine der schönsten seit einigen Jahrzehnten in Ägypten kultivierten Bäume ist die *Poinciana regia;* sie wird sowohl in Gärten als auch als Schattenbaum in Alleen und Straßen gezogen und hat die früher an diesen Plätzen kultivierte *Albizzia lebbek* fast ganz verdrängt, besonders weil letzterer Baum von der Schmierlaus, *Pseudococcus hirsutus*, dermaßen befallen wird, daß sie abstarben und gefällt werden mußten. *Poinciana regia* bedeckt sich im Frühjahre und, manchmal noch ein zweites Mal im Herbst, über und über mit leuchtend roten Blüten, was ihr den französischen Namen „*Le flamboyant*" eingetragen hat. Eine Straße mit diesen blühenden Bäumen bepflanzt bietet einen ganz herrlichen Anblick (siehe Abb. 1).

Bis jetzt sind eigentlich wenige Schädlinge von Bedeutung an diesem Baume beobachtet worden. Manchmal findet sich in den großen Ästen die Larve eines Prachtkäfers: *Chrysobothris affinis,* vor, aber den Schaden, den sie tun, ist nur insofern von Bedeutung, als daß die Bäume geschwächt werden, zu kränkeln anfangen und gegen die Angriffe anderer Schädlinge weniger widerstandsfähig sind. In diesem Falle oder wenn die Bäume infolge ungünstigen Standortes oder anderer physikalischer Bedingungen krank werden und zum Teil absterben, tritt eine Bostrychide in großer Anzahl im toten Holze auf, macht nach allen Richtungen Gänge in demselben und bringt den Baum vollständig zum Absterben. In den letzten Jahren sind der entomologischen Sektion unseres Landwirtschaftlichen Ministeriums wiederholt solche Fälle, besonders aus Ober-Ägypten, zur Kenntnis gekommen, s. Abb. 2 und 3 gefällte *Poinciana*-Bäume in Assiout (Ober-Ägypten).

Es handelte sich beinahe immer um die Bostrychide *Sinoxylon ceratoniae* L. = *bicuspidatum* Anc. (Tafel 1, Abb. a), die in großer Anzahl im Holze gefunden wurde.

[1]) Die Zeichnungen der farbigen Tafel verdanke ich dem begabten Künstler Herrn E. Kassessinoff von der Plant Protection-Section des Ägypt. Landw. Ministeriums.

Dieser Käfer ist nach Lesne (Révision des Bostrychides; Ann. Soc. ent. France 1906, vol. 75, p. 445) im Nildelta weit verbreitet, findet sich aber auch am Roten Meere, Somaliland, Sudan und Senegal. Wir haben diesen Käfer außer aus *Poinciana* häufig aus Zweigen von *Albizzia lebbek*, Mango und aus den Kolben von Hirse gezogen, und Willcocks (Survey of the more important economic insects of Egypt, Cairo, Royal Agric. Soc. p. 216) hat es außer den genannten Pflanzen auch aus toten Zweigen des Feigenbaumes erhalten. Nach Lesne (l. c. p. 44) werden keine anderen eingeführten Akazienarten in Ägypten von diesem *Sinoxylon* befallen, und dies deckt sich soweit auch mit unseren Beobachtungen. Im Senegal greift dieses *Sinoxylon* die *Acacia albida*, die auch in Ägypten vorkommt, an. Nach Alfieri findet man diesen Käfer auch in den Wüsten bei Kairo in trockenem Kameldung, in welchem es ganz in der Weise wie in Holz, Gänge bohrt.

Abb. 1. *Poinciana regia* in einem Garten in Heliopolis. (Phot. Jeanne Andres.)

In Ägypten kommen noch zwei andere *Sinoxylon*-Arten vor: *Sinoxylon* (*Calopertha*) *subretusum* Lesne und *senegalense* Karsch. Sie sind in der Sammlung des Landw. Ministeriums nicht vertreten. Wie mir Mr. Alfieri, der Generalsekretär der Soc. Roy. entomol. d'Egypte, mitteilt, besitzt er von dieser Art ein ägyptisches Stück, und Willcocks erwähnt es von Kairo, aus toten Zweigen von *Acacia nilotica* gezogen. Die Art ist nach Lesne von Senegambien bis nach Arabien und in der Sahara verbreitet und in Ägypten sehr selten. *Senegalense*, das ebenfalls sehr selten in Ägypten ist, wurde von Karsch nach Stücken aus der Kufra Oasis (Die Käfer der Rohlfs'schen Afrik. Exp. 1878/79, B. E. Z. Bd. XXV, p. 41) beschrieben und kommt nach Lesne in dem Gebiete der Sahara von Tripolis und Ägypten bis Senegal und Abessinien vor. Mr. Alfieri teilt mir mit, daß das eine Stück seiner Sammlung aus Ägypten ohne näheren Fundort ist. Willcocks (l. c. p. 248) hat es in toten Ästen von *Acacia nilotica* gefunden. Im Wiener Museum steckt ein Stück von Natterer mit der Fundortsangabe „Ägypten" und die Jagerskioldsche Expedition hat ein Stück aus Kairo mitgebracht. In der Gegend von Cayor zerstört *senegalense* das Holz der Gourbis (Hütten der Eingeborenen) und greift gefälltes Holz von Gummibäumen an, ohne

lebende Bäume anzugehen. Er entfaltet eine äußerst lebhafte Tätigkeit, indem er mit großer Schnelligkeit seine Gallerien vertieft, trotz der Härte des gewählten Holzes. (Lesne l. c.)

Abb. 2. Erklärung bei Abb. 3.

Eine interessante Beobachtung an *Sinoxylon ceratoniae* konnte vor kurzem gemacht werden. Es handelte sich um einige *Poinciana*-Bäume in Assiout (Ober-Ägypten), die infolge von Angriffen von Buprestiden-Larven und physikalischer Umstände am Absterben waren. Sie wurden sofort von

Abb. 3. Lagerplatz von gefällten *Poinciana*-Bäumen in Assiout (Ober-Ägypten).

dieser Bostrichyde befallen und nach allen Seiten hin mit Gallerien durchzogen (s. Abb. 4). Zu der Zeit aber als dieser Fall zu unserer Kenntnis kam, war das *Sinoxylon* bereits verschwunden. Nur mit Mühe konnten einige Exemplare (2 Larven und 2 Imagines) aufgetrieben werden, dagegen waren die Gänge in großer Menge von der Histeride *Teretrius Kraatzi*.

Mars (s. Tafel 1, Abb. b) besetzt. In kurzer Zeit konnten Hunderte davon gesammelt werden.

Dieser Käfer, seit langem als natürlicher Feind von Bostrychiden bekannt, hatte somit gründlich mit diesem aufgeräumt, aber sich auch selber sein Grab gegraben, weil keine Nahrung mehr für ihn vorhanden war. Da in den Gängen auch keine Larve von der Histeride gefunden wurde, so ist anzunehmen, daß sie im Absterben war, soweit sie nicht

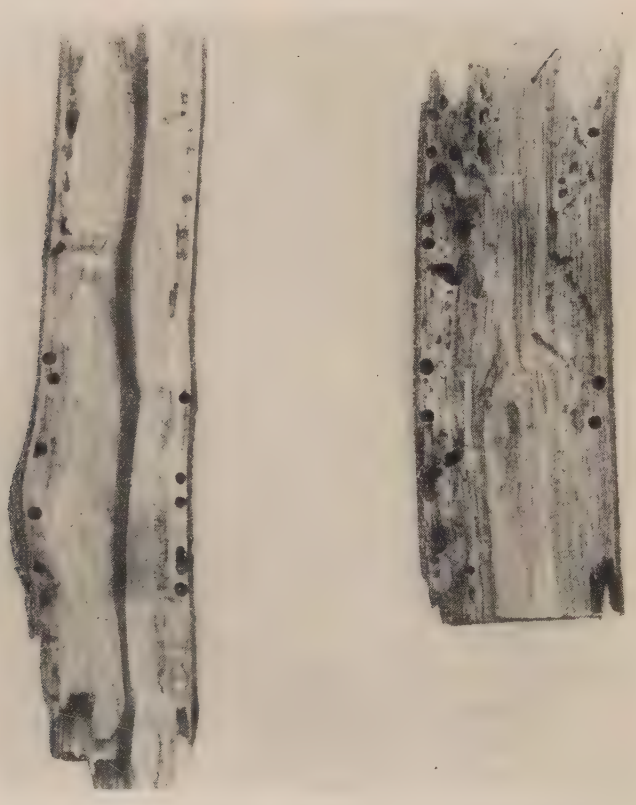


Abb. 4. Durchschnitt von *Poinciana*-Holz von *Sinoxylon* zerstört.

auf der Suche nach anderen Brutplätzen im Begriffe war abzuwandern (vgl. hierzu: Bickhardt, Die Bedeutung der Histeriden im Kampfe gegen die Waldverderber, Zeitschr. für angew. Entomologie, Bd. 1, S. 383).

In denselben Gängen wurde in kleinerer Anzahl ein anderer Teretrius: *T. pulex* Frmr. gefunden.

Bekanntlich sind auch Cleriden natürliche Feinde der Bostrychiden. Lesne (l. c. p. 446) erwähnt *Cylidrus megacephalus* Spin = ? *fasciatus* aus Unter-Ägypten, wo er in den Gängen von *S. ceratoniae* gefunden wurde. Clainpanain schreibt (Bull. de la Soc. Roy. entom. d'Eg. vol. 1, p. 66), daß er die Cleriden:

Teretrius Kraatzi Mars

Sinoxylon cevatoniae L.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11

Cylidrus fasciatus und *Tarsostnus unirittatus* Rossi in den Gängen von *Sinoxylon* bei Kairo gefunden habe.

Ich möchte hier noch auf eine andere interessante Bostrychide aufmerksam machen, die ebenfalls in Ägypten vorkommt, nämlich die *Phonapate frontalis* Fahr. Diese Art ist nahe mit der in Syrien, Palästina und Algerien verbreiteten *Apate monachus* F. = *francisca* Fbr. verwandt, von der sie sich hauptsächlich durch das Vorkommen eines Stridulations-Apparates beim Weibchen unterscheidet. Dieser Apparat liegt an der Oberseite des Kniegelenkes der Vorderbeine und besteht aus äußerst feinen Streifen, die voneinander $^1/_{1000}$ mm entfernt sind. Zur Erzeugung des Tones wird die gerippte Fläche des Knies gegen einige kurze und wenig zahlreiche Kiele, die sich auf einem kleinen, engen Platz über den Hinterwinkeln des Halsschildes befinden, gerieben. Man kann von *frontalis* verschiedene Rassen unterscheiden; die afrikanische Varietät wurde von Karsch *uncinata* genannt (vgl. Lesne, Abeille, Tome XXX, p. 122).

In Ägypten kommt *frontalis* nur sehr lokal bei Edku (zwischen Abukir und Rosette) vor. In den letzten Jahren hat sich der Schaden, den dieser Käfer durch Anbohren der Zweige der Dattelpalme erzeugt, sehr vermehrt. Hierdurch werden die Zweige nicht nur sehr geschwächt, sondern sie brechen auch sehr häufig durch den Einfluß des Windes ab. Der Baum versucht durch reichlichen Gummifluß sich der Angriffe zu erwehren, und man findet häufig die Käfer vollständig von der Gummimasse umschlossen und abgetötet. In Edku konnten bei wiederholten Besuchen weder in den Palmzweigen noch in den anderen Pflanzen die Larven dieser Art gefunden werden. Es ist vielleicht anzunehmen, daß dieselben sich in den trockenen, zum Bau der Eingeborenenhütten benutzten Palmwedeln befinden. (Anmerkung während des Druckes: Neuerliche im Anfang dieses Jahres vorgenommene Untersuchungen haben diese Annahme bestätigt. Die Larven von *Phonapate frontalis* entwickeln sich tatsächlich in alten, vollständig trockenen Zweigen der Dattelpalme, welche zum Bau von Schutzhütten gegen die Sonne von den Besitzern der Palmenbäume errichtet werden. In diesem sehr harten, ständig den Sonnenstrahlen ausgesetztem Holze wurden die Larven in verschiedenen Altersstadien gefunden, so daß eine mehrjährige, langsame Entwicklungszeit anzunehmen ist.) In Algerien wenigstens hat man die Larven von *frontalis* in trockenen Zweigen der Dattelpalme und im Holze von *Tamarix gallica* gefunden (vgl. Lesne, l. c. p. 123). Die Larve ist von Xambeu in der Revue d'Ent. 1900, p. 11 abgebildet. Es bleibt weiteren Studien vorbehalten, die Biologie dieser interessanten Art zu erforschen und insbesondere festzustellen, ob der Befall der Dattelpalme in Ägypten eine Art von Reifungsfraß, wie es bei *monachus* der Fall zu sein scheint, vorstellt oder ob die ganze Entwicklung in diesem Baume vor sich geht.

Es ist daher nötig, daß ich hier noch in einigen Worten auf *Apate monachus* Fabr. zu sprechen komme. Es ist dies eine Art des tropischen Afrikas, aber deren Verbreitungsgebiet sich bis zu den Mittelmeerländern (Algerien, Marokko) und ostwärts bis Palästina und Syrien ausbreitet. In Ägypten ist sie noch nicht gefunden, wie so viele der eremischen Fauna angehörige Insekten. Schon Lucas (Expl. de l'Algérie II. partie, Insectes, Paris, 1849) erwähnt diese Art unter dem Namen *francisca* Fbr. aus der Umgebung von Oran. Er hat zwar dort keine Imagines gefunden, jedoch dieselben aus von dort mitgebrachten Zweigen von *Calycotome spinosa* in Frankreich gezogen.

Die Käfer schlüpften aus diesen, schon dem Einflusse des Feuers ausgesetzten Zweigen, in drei aufeinander folgenden Jahren aus. In derselben Arbeit wird auch die Larve beschrieben und abgebildet. In diesem Zusammenhange ist es vielleicht nicht uninteressant zu erwähnen, daß ich während meiner Kriegsgefangenschaft in Malta eine *Apate*-Art erhielt, die aus einem schön geschnitzten Spazierstock zutage kam, der, wenn ich mich recht erinnere, aus Ostasien mitgebracht worden war. Des weiteren berichtet Clainpanain (Bull. Soc. Ent. d'Egypte vol. 5 p. 75) aus Syrien, daß er ganze Schwärme dieses Käfers beobachtet habe, die sich des Abends auf die Äste und auf frischgefälltes Holz von *Zinzelat*-Bäumen niederließen und sofort mit ihrer Bohrtätigkeit begannen. In $^3/_4$ Stunden hatten sie einen Gang von 20 cm Tiefe fertig gebracht. Es wurde festgestellt, daß die sich einbohrenden Käfer Weibchen waren, die von herumschwärmenden Männchen begattet wurden und daß die Larven sich besser in trockenem, abgestorbenem Holze als in lebenden Bäumen entwickeln. Auch dieser Forscher beobachtete den reichlichen Gummiausfluß der Bäume. Ausführlicher berichtet Bodenheimer (Die Schädlingsfauna Palästinas, Berlin 1930), daß diese Bostrychide in Palästina weit verbreitet sei und daß eine große Anzahl von Bäumen, meistens daumendicke Stämmchen und Äste von *Citrus*, *Grevillia*, *Casuarina* usw. angegriffen werden. Er glaubt, daß der Käfer in diesen Pflanzen eine Art von Reifungsfraß durchmache und daß die Larven sich in anderen Pflanzen entwickeln. Bodenheimer erwähnt ferner die Veröffentlichung von Aulmann, der die Larven von *monachus* in den Stengeln der Baumwolle in Ostafrika beobachtet hat. Aulmann gibt in der betreffenden Arbeit (Fauna der Deutschen Kolonien, R. V. Heft V. Berlin 1911) die Beschreibung und Biologie der Larve, Fraßbild usw.

Unter den aus Assiout in den Gängen von *Sinoxylon ceratoniae* beobachteten Käfern waren auch noch Arten, die man allgemein an solchen Orten oder unter der Rinde von Bäumen antrifft, so *Laemophloeus*-Arten und von Tenebrioniden in Anzahl *Palorus deserticola* Sahlb. (etwas kleiner und von gelblicherer Färbung als unsere deutschen Arten), sowie einige Exemplare von *Latheticus oryzae* Waterh., der hier wegen seiner interessanten Verbreitung noch Erwähnung finden möge.

Ich habe bereits vor einiger Zeit in den „Mitteilungen für Vorratsschädlinge“ eine kleine Notiz über diesen Käfer gebracht.

Es schien mir interessant, daß hier in Ägypten diese Art sowohl in Getreide und Müllereiprodukten als auch im Freien unter Rinde angetroffen wird und besonders daß man ihn in weit entfernten Wüstentälern bei Heluan des öfteren am Licht gefangen hat.

Letzteres Auftreten scheint darauf zu beruhen, daß der Käfer sich in diesen Wadis vorkommender *Acacia tortilis* entwickelt. Es geht dies aus einem Stück hervor, daß Mr. Alfieri von Mr. de Peyerimhoff erhielt, der es aus Zweigen von *Acacia tortilis* erzog, die er von seiner Hoggar-Expedition mitgebracht hatte.

Aus diesem Beispiel sehen wir von neuem, wie ursprünglich im Freien lebende, unschädliche Insekten durch Veränderung ihrer Lebensweise und Anpassung an ihre neue Umgebung zu Schädlingen werden können.

Giftigkeit und Giftwert der Insecticide.

VII. Teil: Grundlagen und besondere Methodik der Bestimmung des „Giftwertes" im „Serienversuch".

Von

F. Stellwaag.

(Staatliche Versuchsanstalt in Neustadt a. d. Hdt. [Zoolog. Station]).

(Mit 12 Tabellen und 5 Abbildungen.)

I. Vorbemerkung.

Die Prüfung der Schädlingsbekämpfungsmittel ist in den letzten Jahren mehr und mehr in das Stadium des wissenschaftlichen Experimentes getreten[1]). Man hat erkannt, daß es notwendig ist, aus der groben Empirie

[1]) Der Fortschritt gegen früher besteht darin, daß man den großen Symptomkomplex der „wirtschaftlichen Eignung" der Bekämpfungsmittel in seine Teile aufzulösen sucht. Die Analyse ist immer die notwendige Grundlage einer wissenschaftlichen Synthese. Die Forderung mancher industrieller Unternehmungen, ein Urteil über die Wirtschaftlichkeit der Mittel abzugeben, wurde sowohl von den amtlichen Stellen, wie auch von den Wirtschaftsverbänden bisher immer abgelehnt, so lange die Teilvorgänge der Vergiftung nicht genügend wissenschaftlich faßbar und die Gesamtbewertungen daher subjektiv sind. Außer von den obengenannten Punkten ist die Wirtschaftlichkeit abhängig von der Wirtschaftslage, also von der Preisgestaltung, von der Anwesenheit von Konkurrenzmitteln, von Aus- und Einfuhr, von politischen Umständen, von der subjektiven Einstellung des Grundbesitzers, von der Art der Beschaffung des Materials, vom voraussichtlichen Wert der Ernten, kurz von Umständen, die unberechenbar sind und mit der Prüfung von Bekämpfungsmitteln zu guter Letzt nichts mehr zu tun haben.

In einer früheren Veröffentlichung (Verzeichnis Nr. 25) habe ich ausgeführt, daß schon die Beurteilung der Brauchbarkeit und des Nutzens, wie sie im Großversuch durchgeführt wird, mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist. Eine große Anzahl wechselnder Faktoren muß berücksichtigt werden. „Der Massenwechsel der Tiere ist entsprechend den organisatorischen und regulatorischen Umständen je nach Versuchsstück und Jahr verschieden. Die Tiere variieren in Alter und Größe. Häutungen und Fraßperioden fallen in verschiedene Zeit, Krankheiten, Parasiten und Räuber können einen Teil ausschalten." In Betracht kommen ferner: Materialverbrauch, Kosten, Häufigkeit der Anwendungen, Eingliederung der Bekämpfungsarbeit in andere wirtschaftliche Arbeiten, örtliche und zeitliche Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze, schädliche Beeinflussung des Erntegutes usw. Die Witterung spielt eine wichtige Rolle. Die

herauszukommen und die zahlreichen für einen Bekämpfungserfolg zusammenwirkenden Erscheinungen zu analysieren, um ihre Bedeutung im Wechselspiel der Erscheinungen kennen zu lernen. Wir wissen heute, daß für die praktische Brauchbarkeit eines Präparates viele Faktoren in Frage kommen. Ich habe schon vor 5 Jahren (Nr. 24) folgende hervorgehoben:

1. Große Wirkung auf den Schädling,
2. Unschädlichkeit für Menschen und Tiere,
3. Einfache Anwendung,
4. Feine Verteilung auf die Pflanze,
5. Große Haftfähigkeit,
6. Sichtbarkeit der Staubflecken,
7. Beständigkeit,
8. Geschmacksindifferenz im Ernteergebnis.

Zur Prüfung wurden immer genauere Laboratoriumsmethoden ausgearbeitet, die bald dem Gebiete der Chemie (für 3, 4, 7, 8), bald dem der Physik angehören (für 4, 5, 7). Die Wirksamkeit auf den Schädling wurde in verschiedenartiger Weise geprüft (siehe Nr. 25). Zwar stimmen die Versuchsansteller weder in der Methodik noch in der Auswertung überein, doch wurden neue Erkenntnisse gewonnen. Besondere Fortschritte bezüglich der Arsenmittel verdanken wir Cook und McIndoo (Nr. 2). Aber auch ihren Versuchsmethoden haften große Unsicherheiten an. Sie benutzten im Freien gesammelte Versuchstiere. In den einzelnen Versuchen wurden verschiedene Altersstadien gemischt verwandt, die Giftnahrung wurde bis zum Tode fast aller Tiere gereicht. Da die Einwände, die die beiden Verfasser gegen die Sicherheit ihrer Methode selbst machten, auch gegen die meisten anderen Versuche bis in die neueste Zeit erhoben werden müssen, seien sie im folgenden wörtlich wiedergegeben:

a) Die Insekten variieren immer mehr oder weniger in Alter und Größe.

b) Die Insekten häuten sich unregelmäßig, was eine Unregelmäßigkeit in der Nahrungsaufnahme bedingt, da sie während der Häutungsperiode, die 1—3 Tage dauern kann, nicht fressen.

c) Krankheit und Parasitismus werden oft beobachtet, nachdem die Versuche schon einige Tage begonnen haben.

d) Die Temperatur variiert oft, wodurch Raupen, welche Nachtfresser sind, veranlaßt werden, in kühlen Nächten weniger zu fressen als in warmen.

e) Einige Insekten sterben bald, nachdem sie eine Giftdosis aufgenommen haben, während andere einige Tage, ehe sie sterben, betäubt liegen bleiben, wodurch die Genauigkeit bei der Beurteilung in ihrer Sterblichkeit leidet.

f) Die Widerstandsfähigkeit der Insekten gegen Gifte variiert.

Gleichmäßigkeit der Arbeit ist gering. Es ist unmöglich, die Versuche unter den gleichen Umständen zu wiederholen und nachzuprüfen. Die Begutachtung des Endergebnisses ist daher oft mehr subjektiv als objektiv. Es besteht eine außerordentliche Unsicherheit, die es mit sich bringt, daß nur im Verlauf mehrerer Jahre und im Vergleich vieler Versuche unter verschiedenen örtlichen und klimatischen Bedingungen eine gewisse Einsicht gewonnen werden kann.

g) Bei Anwendung der Spritzmischungen ist es unmöglich, zwei Laubmengen so zu spritzen, daß gleiche Arsenmengen an den Blättern haften blieben. Ferner variiert das metallische Arsenik in den Arseniten und Arsenaten leicht. Zwei Arsenmittel haften nicht gleich gut an den Blättern und alle haben das Bestreben, sich in Tropfen zu sammeln, wodurch eine ungleiche Verbreitung des Giftes verursacht wird. Nichtsdestoweniger werde die Spritzung gründlicher vorgenommen als es beim praktischen Spritzen möglich ist.

h) Es ist oft schwierig, die toten Insekten von den anscheinend toten zu trennen. Man muß dann die Tiere gegen die Lampe eines elektrischen Lichtes halten. Wenn sie keine Lebenszeichen von sich geben, sobald sie dieser Wärmewirkung 5 Minuten lang ausgesetzt waren, werden sie für tot betrachtet.

i) In diesen Versuchen war es unmöglich, an einzelne Insekten bestimmte Arsenmengen zu verfüttern.

Für die so schwierige Beurteilung der Wirksamkeit eines Mittels und ihre Bedeutung als Komponente eines Systems genügt die geläufige Versuchsmethode nicht. Sie nimmt subjektive und intrumentelle Fehler, sekundäre und tertiäre Wirkungen in Kauf und kann nicht verhindern, daß das Resultat verschleiert und ungenau wird.

Zur Erhöhung der Sicherheit ist es daher notwendig, zuverlässigere Methoden auszuarbeiten. Da viele Versuchsansteller den Geltungsbereich ihrer Versuche verschieden einschätzten, habe ich als Voraussetzung für experimentelle Untersuchungen eine begriffliche Klärung für nötig erachtet und die verschiedenen Versuchsarten im Freiland und Laboratorium nach ihren Zielen und Eigenschaften abgegrenzt (Nr. 25). Ebenso wichtig aber erschien es mir, Vorschläge für die Technik der Versuchsanstellung zu physiologischer Vergleichsbewertung der Gifte machen. Im „Individualversuch", dessen Gang ich letzthin (Nr. 32) schilderte, wird jedem Insekteninduviduum eine genau dosierte Giftmenge inkorporiert. Man kann dann ohne Rücksicht auf die Konzentration für jedes Gift oder die Kombinationsform eines Giftes die dosis minima letalis bezw. die „Giftigkeit" errechnen und zu folgenden Ergebnissen gelangen:

1. Exakter Vergleich der Bekämpfungsmittel, d. h. der Gesamtstoffe (Größe a) in mehr oder weniger komplexer Zustandsform.
2. Exakter Vergleich der einzelnen Gifte (Größe b), z. B. Kupferacetat, Arsenit, Calciumarseniat, Bleiarseniat, Kieselfluornatrium usw.
3. Exakter Vergleich wirksamer Prinzipien, z. B. As_2O_5 und As_2O_3.
4. Exakter Vergleich der Zustandsformen und Träger der Gifte (siehe Anzeiger für Schädlingskunde 1930, S. 113).
5. Exakte Bestimmung der Gesamtwirkung verschiedener Komponenten auf das Endsystem.

Über den zeitlichen Ablauf der Giftwirkung nach Aufnahme bekannter Giftmengen gibt nur der Individualversuch Aufschluß.

Nunmehr will ich das Wesen des „Serienversuches" schildern und einige Resultate mitteilen.[1])

[1]) Die Wirkung der Vergiftung durch einzelne Stoffe kann man am besten durch die klinische Beobachtung studieren. Versuche nach dieser Richtung hat zuerst

II. Wesen und Bedeutung des „Serienversuches".

Der von mir sogenannte Serienversuch hat das Ziel, den „Giftwert" von Präparaten bei verschiedener Konstruktion zu ermitteln und einen exakten Vergleich der Bekämpfungsmittel, d. h. der Gesamtstoffe in ihrer mehr oder weniger komplexen Zustandsform, ferner der reinen Gifte, aber auch der Träger der Gifte zu ermöglichen. Auch der Individualversuch führt zu diesem Ziel. Aber er erreicht es mit anderer Methodik. Er geht analytisch vor und sucht in erster Linie die dosis minima letalis eines Giftes für sich oder in Kombination pro Gramm Gewicht des Körpers aufzufinden. Er allein führt zur Kenntnis, welche Giftmenge wirksam ist. Der Serienversuch berücksichtigt in erster Linie die Komplexwirkung, die Symptome der Vergiftung mit der abschreckenden Wirkung. Die dosis minima letalis kommt hier nicht in Betracht, ja es kann die chemisch zu ermittelnde Menge des wirksamen Prinzips im Pharmakon überhaupt vernachlässigt werden. So eignet er sich auch besonders zur Prüfung von Giften in Kombination mit anderen Stoffen und sogenannter galenischer Präparate, die aus verschiedenen Stoffen hergestellt sind.

Die Giftbewertung hat zunächst praktische Bedeutung. Der Vergleich gibt Aufschluß, welche Mittel im Gebrauch geeignet sind und einen besonderen Vorteil zur Abtötung von Schädlingen versprechen. Darüber hinaus aber ist die physiologische Wertbestimmung in mehrfacher Hinsicht wertvoll. Dafür ein Beispiel:

Die Bekämpfungsmittel, die im Handel sind, enthalten die Gifte gewöhnlich nicht rein, sondern mehr oder weniger stark vermischt mit andern Stoffen. So schwankt der Gehalt an As_2O_3 in den Kalkarsenstaubmitteln der einzelnen Firmen zwischen 7,72% und 18%. Der Rest ist Talkum, Kieselguhr, Calciumhydroxyd oder ein anderes Füllmittel. Im Großversuch z. B. gegen den Heu- und Sauerwurm im Weinbau sind die einzelnen Kalkarsene gleichwertig, obwohl sie in der physikalischen Beschaffenheit kaum voneinander abweichen. Man begnügt sich eben mit der Erkenntnis, daß ein Mittel über die untere Grenze der praktischen Wirkung nicht hinabsinkt.

Wenn schon niedere Konzentrationen eine befriedigende Wirkung haben, so ist anzunehmen, daß in den Mitteln mit höherem Giftgehalt eine gewisse Menge des Pharmakons überflüssig ist. Solange Bekämpfungsmittel nur in geringem Umfang gebraucht werden, ist dagegen wohl nicht viel zu sagen. Anders aber, wenn viele Tausende von Kilogramm, wie im Weinbau, und oftmals nacheinander auf engem Gebiet verstäubt werden.

Sprengel (Nr. 23) durchgeführt. Es wurde von jedem Tier eine Krankengeschichte aufgenommen, die das Verhalten in den wichtigsten Lebensäußerungen festhielt. Ähnlich verfuhr z. B. in neuester Zeit Berwig (Nr. 1). Solche Beobachtungen führen auch zu einer gewissen Beurteilung des Giftwertes innerhalb einer Reihe von Präparaten, doch ist die Errechnung genauer Werte viel schwieriger als beim Serienversuch.

Dann entsteht zunächst die Frage der Rentabilität und weiter eine Frage von grundsätzlicher hygienischer Bedeutung wegen der Verfütterung des behandelten Laubes an Tiere, des Genusses der Unterkulturen und der Gefahr für den Menschen bei der Anwendung der Gifte.

Die Giftbewertung kann uns noch über weitere für die Praxis wichtige Fragen Aufschluß geben. Ich führe nur an: Wie wirken frisch zubereitete und ältere Bekämpfungsmittel, welche äußeren Einflüsse setzen die Brauchbarkeit herab oder steigern sie, wie verhalten sich die Gifte in Kombination mit anderen, inwieweit liegt eine direkte Vergiftung oder eine abschreckende Wirkung vor, inwieweit gibt es eine Anpassung der Tiere an Gifte, eine verschiedene Giftwertigkeit, wie wirken die Gifte auf verschiedene Tierarten, deren Altersstufen und Geschlecht, sind die Rassen einer Art verschieden empfänglich? usw.

Der physiologischen Untersuchung kommt aber auch eine erhebliche wissenschaftliche Bedeutung zu. Die Pharmakologie der höheren Tiere hat über die Wirkung der Gifte auf den Organismus einen Schatz von Erfahrungen gesammelt. Bezüglich der Insekten fehlt es bis heute an den wichtigsten Erkenntnissen, obwohl in fast allen Kulturländern über Giftwirkung auf Insekten gearbeitet wird. Hierher gehören Fragen über die spezifische Wirkung der Gifte. Werden doch in der angewandten Entomologie immer noch die veralteten Begriffe: Ätzgift, Atemgift und Magengift mitgeschleppt. Dann ist es notwendig, die Vergiftung gegenüber andern Erscheinungen (Erkrankung, Hunger) abzugrenzen. Hierher gehören auch Untersuchungen über die Wirkung der Gifte auf kranke oder geschwächte Tiere, über Kumulation, Nachwirkung und Keimesschädigung, worüber bisher nur Vermutungen und wenige Beobachtungen vorliegen. Die physiologische Wert- und Vergleichsbestimmung als Analyse und Symptomatologie wird die Grundlage für neue Erkenntnisse schaffen, wenn sie mit wissenschaftlicher Gründlichkeit nach besonderer Methode und Technik verfährt.

III. Technik des Serienversuches.

Während der Individualversuch mit Einzeltieren arbeitet, liegt es im Wesen des Serienversuches, viele Tiere gleichzeitig unter den gleichen Bedingungen zu verwenden. Es ist nicht nötig, über 100 hinauszugehen, da diese Zahl genügend Genauigkeit gewährleistet. Die unterste Grenze liegt bei 30. Hier ergibt die Prozentberechnung Intervalle von etwa 3 zu 3%, was schon einen hohen Grad von Unsicherheit in sich schließt. Unter 30 herunterzugehen führt zu so ungenauen Ergebnissen, daß die Auswertung für die zahlenmäßige Giftwertberechnung fehlerhaft wird. An die Versuchstiere sind, wie ich früher (Nr. 27) auseinandersetzte, besondere Anforderungen zu stellen. Sie müssen vor allem gesund sein und werden am besten aus Eiern oder Jugendzuständen gezogen. Zucht größter Mengen

von Individuen ist daher Voraussetzung exakter Versuche. Freilandmaterial, das krank oder parasitiert sein kann, oder das sich unvermutet häutet, muß ausscheiden. Für jeden Versuch dürfen nur gleichaltrige Tiere verwendet werden. Nur dann erhält man genügend sichere Ergebnisse. Zur Erhöhung der Genauigkeit müssen die Versuche wiederholt werden. Sie erstrecken sich also über eine gewisse Zeit. Oft muß man aus Mangel an Massenmaterial die Versuche im kommenden Jahre noch einmal ausführen. Es muß also die Möglichkeit gegeben sein, sie untereinander auf ihre Genauigkeit zu prüfen und zu vergleichen. Die Vergleichssicherheit geben Versuche mit Standardtieren, auf die man die gefundenen Ergebnisse bezieht. Nur so erhalten die Experimente wissenschaftlichen Wert. Als Standardtiere benutzt man Tiere mit ähnlichen organisatorischen und biologischen Eigenschaften wie die Versuchstiere. Ich habe darüber früher alles Wissenswerte mitgeteilt. Die Vergleichssicherheit fordert auch die Verwendung von Standardmitteln. Am besten benutzt man dazu Präparate der zu prüfenden Substanz, die in der Wirkung ähnlich sind und die man sich aus chemisch reinen Stoffen selbst herstellen kann, damit sie jederzeit chemisch und physikalisch übereinstimmen. Aber auch andere Pharmakone, die sich bei der Lagerung nicht verändern, sind brauchbar. Stimmen die Wertzahlen jedesmal überein, so kann man sicher sein, daß auch die anderen Versuchsergebnisse richtig sind.

Es ist weiterhin nötig, die Tiere dem Wechsel der Außenbedingungen zu entziehen, d. h. im Laboratorium zu arbeiten, die veränderlichen Faktoren unter Kontrolle zu stellen und planmäßig wirken zu lassen. Nährpflanze oder Nahrungsmaterial kommen nur insoweit in Betracht, als sie für die Giftaufnahme oder für die Erhaltung der Tiere notwendig sind. Selbst für saugende Insekten kann bei Kontaktgiften die Nährpflanze in manchen Fällen entbehrt werden. So arbeitete Tattersfield (Nr. 35) in seiner allerdings etwas umständlichen Vorrichtung mit abgesammelten Blattläusen.[1]) Pflanzenfressende Tiere setzt man vorteilhaft nicht an Zweige oder Topfpflanzen, da man diese nur unvollkommen und ungleichmäßig mit einer Giftschicht überziehen kann. Am besten stanzt man aus den Blättern jeweils gleichgroße runde Plättchen, einzelne Früchte usw. Sie werden eventuell unter Zuhilfenahme des Campbell-Stellwaag-Apparates (Nr. 32) bestäubt oder mit einem Feinzerstäuber gleichmäßig bespritzt. Ich habe besonders gleichmäßige Schichten von Tröpfchen erhalten, wenn ich über die eben gelegten Plättchen wagerecht hinwegstäubte, so daß nur die feinsten Tröpfchen sich ablagerten. Ausgezeichnet

[1]) Er forderte zur Ausschaltung hemmender Faktoren eine besonders genaue Versuchsanstellung. Sein Apparat wurde für die Prüfung von Kontaktgiften gebaut. Eine abgezählte Menge von Blattläusen gleicher Art und gleichen Alters wird unter konstantem Druck aus einer Düse bespritzt, die sich in genau berechneter Entfernung über den Tieren befindet. Stets wird eine abgemessene Menge der Giftflüssigkeit benutzt.

eignet sich der Zerstäuber Spiro, der von der Firma A. Krautzberger & Co., Holzhausen bei Leipzig bezogen werden kann.

Zur Auswertung der Versuche stehen verschiedene Berechnungsarten zur Verfügung, die alle die Zeit des Todeseintrittes berücksichtigen: [1])

1. Man läßt die Gifte so lange einwirken, bis eine festgesetzte Zahl der Tiere (50% oder 100%) tot ist. Der Giftwert ist dann:

$$\text{(Formel Nr. 1)}\quad X = \frac{1}{(\text{Zeit})} \cdot \log \frac{1}{\text{Konzentration}}.$$

2. Man läßt die Tiere so lange Gift aufnehmen, bis alle sterben und stellt die Giftwirkungszeit fest. Als Vergleich dient die Giftwirkungszeit eines bekannten Giftes.

$$\text{(Formel Nr. 2)}\quad \text{Giftwert } X = \frac{\text{Giftwirkungszeit des bekannten Giftes}}{\text{Giftwirkungszeit des unbekannten Giftes}}.$$

3. Man inkorporiert die Gifte, bis eine bestimmte Zeit vorüber ist. Dann zählt man die Toten und Lebenden im Versuch unter Berücksichtigung derer im 0-Versuch und verfährt nach folgenden Formeln:

a) Im 0-Versuch sind alle Tiere lebend. In diesem Fall gebrauchte ich bei fast allen Versuchen folgende Formel:

$$\text{(Formel Nr. 3)}\quad \text{Giftwert } X = 100\,\frac{\text{Tote im Versuch}}{\text{Gesamttiere im Versuch}}.$$

b) In der Kontrolle sind nur wenige Tiere tot. Peet und Grady (Nr. 9) haben dafür 1928 folgende Formel vorgeschlagen:

(Formel Nr. 4)

$$X = 100\,\frac{\%\text{ der Lebenden im 0-Versuch} - \%\text{ der Lebenden im Versuch}}{\%\text{ der Lebenden im 0-Versuch}}$$

c) Riehm (Nr. 11) glaubt, daß diese Formel zu Trugschlüssen führt, wenn im Versuch alle Tiere starben und im 0-Versuch ebenfalls eine große Sterblichkeit herrschte. Er schlägt daher folgende Formel vor:

(Formel Nr. 5)

$$X = 100 \cdot \frac{\text{Gesamttiere im Versuch} - \text{Lebende im Versuch}}{\text{Gesamttiere im Versuch}} - 100 \cdot \frac{\text{Gesamttiere im Versuch} - \text{Lebende im 0-Versuch}}{\text{Gesamttiere im Versuch}}$$

[1]) Wollte man statt dessen die Zeit, zu der die Tiere die Bewegungen einstellen, also den knock-out-Punkt Campbells, verwerten, so käme man zu Trugschlüssen, da die Tiere nach dem Auftreten von Störungen wieder genesen können. Im Anschluß an die Verabreichung subletaler Dosen kann man dies stets im Versuch beobachten. (Siehe die Ergebnisse meiner Individualversuche in dieser Arbeit.) In der Praxis ist es nicht möglich, die Pflanzen gleichmäßig mit Gift zu überziehen. Außerdem wachsen sie nach der Behandlung. So zerreißt der Belag in einzelne Schollen, und es werden Stellen gebildet, die keinen Giftüberzug haben. Da fast alle Fraßgifte, wie sich in meinen Untersuchungen zeigen wird, mehr oder weniger abschreckend wirken, suchen die genesenden Tiere giftfreie Stellen auf. Darauf ist es zurückzuführen, daß man praktisch über eine Abtötung von 80—90% nicht hinauskommt. Bei Kontaktgiften beobachtet man noch häufiger eine Genesung.

Gegen den Gebrauch von Tieren, die auch ohne Giftgabe im Nullversuch in großer Zahl absterben, ist einzuwenden, daß in jedem Versuch durch das individuelle Verhalten der Versuchstiere, durch Geschlecht, Jahreszeit, Körpergewicht, ferner durch die Art der Versuchsanstellung, durch die äußeren Verhältnisse gewisse, wenn auch unbedeutende Schwankungen möglich sind. Werden nun noch kranke oder sonstwie benachteiligte Tiere verwendet, so erreicht die Unsicherheit einen solchen Grad, daß jede Auswertung bedenklich sein muß, wenn sie auch rechnerisch noch richtig sein kann. Das haben u. a. die zahlreichen Versuche mit Maikäfern bewiesen (siehe z. B. Pustet und Sell (Nr. 10). Verwendet man viele unbrauchbare Tiere neben einigen brauchbaren, so führt man de facto einen Versuch mit viel zu wenigen Tieren aus. Dementsprechend sind auch die Ergebnisse ungenau. Ich habe oben darauf hingewiesen, daß für Vergleichsbewertungen schon 30 die untere Grenze darstellen. Außerdem ist fraglich, ob die Sterblichkeit im 0-Versuch mit der im Versuch übereinstimmt, da noch keine genügenden Versuche über die Einwirkung von Giften auf leicht sterbliche Tiere vorliegen. Die Sterblichkeit kann gefördert, aber auch gehemmt werden. So findet nach Speyer (Nr. 22) eine Heilwirkung des Arsens bei polyederkranken Raupen statt. Erst müssen wir auch über die Abgrenzung von Vergiftungen gegenüber anderen Zuständen im klaren sein. Man darf also die Forderung nicht vernachlässigen, daß nur gesunde Individuen verwendbar sind. Ja noch mehr. Um die Unsicherheiten auf ein kleinstes Maß zu beschränken, muß man die Vorgeschichte der Tiere kennen. Die Genauigkeit der Versuche hängt sonach von gesundem Tiermaterial sehr wesentlich ab. Unter Berücksichtigung aller Voraussetzungen muß man beim Serienversuch zu einer Giftwertung kommen, die eine weitgehende Übereinstimmung mit den Giftigkeitswerten in der dosis minima letalis zeigt. Meine folgenden Untersuchungen veranschaulichen, daß die gefundenen Werte sehr gut übereinstimmen, aber nur wenn man das Gift kurz darbietet. So kontrolliert jede Versuchsart die andere.

d) Soll noch die Giftwirkungszeit berücksichtigt werden, so ist nach Riehm der ermittelte Giftwert durch t (Zeit bis zum Tod) zu dividieren. (Formel Nr. 6.)

Diese Errechnung der Zeit stößt in vielen Fällen auf große Schwierigkeiten. Dies zeigen z. B. folgende Werte aus meinen Versuchen:

(Siehe Tabelle 1.)

Es hängt dies naturgemäß damit zusammen, daß die Tiere bald hungern, bald letale, bald subletale Dosen aufnehmen, daß die Vergiftung reparabel sein und die Tiere zu neuer Nahrungsaufnahme befähigen kann. Dies tritt besonders bei den häufig als Testtieren verwandten Stabheuschrecken in Erscheinung. Sie erschweren die Berechnung ganz besonders, da sie Nachtfresser sind und lange hungern können. Bei meinen Individualversuchen bin ich diesen Erscheinungen nachgegangen.

Tabelle 1.

Absterbetage von Seidenraupen, Stadium 3, nach Giftaufnahme.

Mittel	Zahl der Versuchstiere	Tod nach dem 1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	X =
Nosprasitstaub . .	64	16	24	8	8	—	—	88
Kalkarsen 30 % . .	100	16	48	14	8	8	—	94
Kalkarsen 5 % . .	88	4	4	5	4	3	—	23
Cusarsen	80	—	4	36	4	—	—	55
Na-Arseniat 15 % .	99	—	27	6	9	—	—	42
Pyrethrumstaub . .	75	54	—	15	6	—	—	100

Die Versuche wurden so vorgenommen, wie ich es in der Zeitschrift für angewandte Entomologie 1931 geschildert habe. Aus der gefressenen Fläche der Nahrungsplättchen und der auf einem Deckglas gewogenen Staubschicht wurde unter Berücksichtigung des Giftgehaltes des Präparates die gefressene Giftmenge errechnet. Im folgenden teile ich einige Ergebnisse mit, die in verschiedener Hinsicht interessant sind:

Tabelle 2.

Freßlust von Stabheuschrecken, Stadium 5, bei vergiftetem und unvergiftetem Futter.

◐ Giftaufnahme. ○ Aufnahme giftfreien Futters. — Keine Nahrungsaufnahme. † Tod.

Präparat	Versuch-nummer	Gefressene Giftmenge in mg	Verhalten nach Tagen 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kalkarsenstaub Merck 30 % As_2O_5	1	0,0217	◐	—	—	—	—	—	—
	2	0,0247	◐	—	—	—	—	—	†
	3	0,0570	◐	—	—	—	—	†	
	4	0,0930	◐	—	—	—	†		
Kalkarsenstaub I. G. Farben	5	0,01776	◐	—	—	—	—	—	○
	6	0,02547	◐	—	—	—	—	—	—
	7	0,0048	◐	—	○	—	—	—	—
	8	0,0030	—	—	◐	—	—	—	○
Unvergiftetes Futter	9		○	○	○	—	—	—	—
	10		—	—	—	—	○	○	—
	11		○	○	○	○	○	○	○

Man erkennt aus der dritten Spalte, daß die Tiere verschiedene Mengen aufnehmen, und daß nach der Giftaufnahme regelmäßig die Nahrungsaufnahme eingestellt wurde. Der Tod tritt, wie Nr. 2—4 zeigen, erst nach 5—7 Tagen ein. Im Versuch Nr. 5 erholte sich das Tier am 6. Tage nach der Giftaufnahme, in Nr. 1 und 6 führte die Vergiftung innerhalb der

beobachteten Zeit nicht zum Tod, in Nr. 7 war die Vergiftung sehr rasch repariert. Die Versuche 8—10 zeigen, daß die Tiere die Nahrungsaufnahme gelegentlich verweigerten. Die Zeitberechnung ist somit bei Fraßgiften schwer durchführbar. Wo man sie nicht entbehren kann, ist es geraten, sich der Formel Nr. 1 zu bedienen.

Die Verfütterung von Fraßgiften wurde bisher in den Versuchen so durchgeführt, daß man den Tieren lange Zeit Gift inkorporierte. Die neueste Anweisung hierüber gibt Riehm 1931 (Nr. 11) in folgender Vorschrift für die Versuchsanstellung:

Man bespritzt Apfelzweige mit Hilfe einer kleinen Spritze von etwa 1 l Fassungsvermögen mit einer richtig hergestellten Schweinfurtergrün-Kupferkalkbrühe und stellt die Zweige dann in Wasser. Die Öffnungen der Gefäße müssen oben mit Watte verschlossen sein, damit keine Raupen hineinfallen. Nachdem die Spritzflecken getrocknet sind, werden Raupen — die jüngsten Stadien sind am anfälligsten — an die Zweige gesetzt. Zum Vergleich dient ein unbespritzter Zweig, an den die gleiche Anzahl Raupen derselben Art und desselben Entwicklungsstadiums gesetzt werden. Die Wirkung des mit Arsen vergifteten Futters beginnt sich erst nach einigen Tagen zu zeigen; nach sieben Tagen wird man feststellen, daß der größte Teil der Raupen tot ist.

Es liegt im Wesen dieser Art von Versuchen, daß sie in gewisser Weise die Verhältnisse im Freiland wiedergeben sollen. Man müßte demnach die Versuche so gestalten, daß sie den Freilandverhältnissen möglichst nahe kommen, indem man gesunde und kranke, junge und alte Tiere nebeneinander verwendet. Im Freiland spielt auch die Einwirkung der äußeren Faktoren auf die Haftfähigkeit der Mittel und auf die Entwicklung der Versuchstiere (Häutung, Verpuppung usw.) eine Rolle. Die Nachteile der verschiedenen Arten der Freilandversuche und der Laboratoriumsversuche, die die Freilandverhältnisse nachahmen, habe ich früher an mehreren Stellen gekennzeichnet. In der Praxis soll ferner der Schädling abgetötet oder vom Fraß abgehalten werden, und zwar muß die Dezimierung auch unter ungünstigsten Bedingungen einen Erfolg gewährleisten. Die Schädlingsbekämpfungsmittel enthalten deswegen die Giftmengen oft über 1000 und mehr % oberhalb der dosis letalis. Zur Sicherung bei ungenauer Arbeit werden die Präparate meist außerdem auf noch höhere Giftmengen eingestellt. So kommt es, daß viele eben noch brauchbare Präparate oft den gleichen Erfolg haben, wie die besten heute vorhandenen. Unter solchen Verhältnissen kann man jedoch Vergleichs-Resultate für die Giftmittelbewertung nicht erhalten. Um Klarheit darüber zu bekommen, inwieweit eine Giftbewertung bei dauernder Giftgabe möglich ist, stellte ich mit Seidenraupen im Stadium 3 eine größere Anzahl von Versuchen an. Benutzt wurden jeweils etwa 100 aus Eiern gezogene Individuen genau gleichen Alters und besten Gesundheitszustandes. In beiden Fällen ließ ich die Tiere vor Beginn des Versuches 12 Stunden hungern, damit alle möglichst gleichmäßig Gift aufnahmen. Die Staubmittel stäubte ich auf ausgestanzte Blattstückchen von etwa 3 cm Durchmesser, die Spritzmittel wurden mit einem Feinzerstäuber so gleichmäßig

wie möglich über ähnliche Blattstückchen verteilt. Da es sich nicht darum handelte, die von jedem Tier aufgenommene Giftmenge festzustellen, genügte diese Art der Behandlung. Über den Verlauf der Giftwirkung (Fraßunterbrechung, Katalepsie, geschwächt, sterbend, tot) wurde ein Protokoll geführt. Das Ergebnis bezüglich der Abtötung am 6. Tage ist in folgender Zusammenstellung und Abb. 1 wiedergegeben.

Tabelle 3.

Serienversuch mit einmaliger und dauernder Giftgabe zu Seidenraupen, Stadium 3.

xd = Giftwert bei dauernder Gabe. xe = Giftwert bei einmaliger Gabe.

Nr.	Präparat	xd	xe
1	Kalkarsenstaub, 5 %	38	23
2	„ 15 %	100	68
3	„ 30 %	100	94
4	Uraniagrünkalkaufschwemmung 0,1 %, frisch hergestellt	100	100
5	„ „ „ 2 Monate alt	100	14
6	„ „ „ 1 Jahr alt	100	25
7	„ 0,2 %, frisch hergestellt	100	100
8	„ „ „ 2 Monate alt	100	30
9	„ „ „ 1 Jahr alt	100	50
10	Uraniagrünkupferkalkbrühe 0,2 %, frisch hergestellt	100	91
11	Bleiarsen ($^1/_3$ Diblei + $^2/_3$ Triblei) 400 g + Schwefelkalkbrühe 2 %	100	88

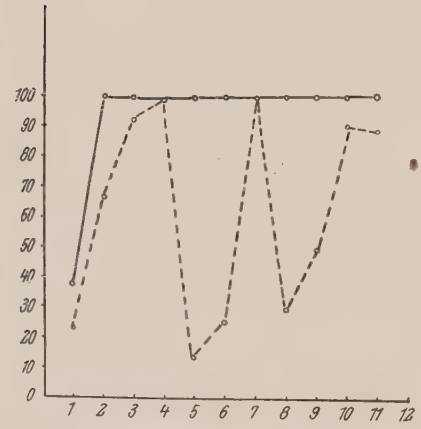


Abb. 1. Serienversuch mit einmaliger ----- und dauernder ——— Giftgabe zu Seidenraupen, Stadium 3.

Der allgemeine Überblick ergibt, daß bei dauernder Giftgabe 10 von den verwendeten 11 Mitteln ohne Rücksicht auf die Konzentration 100 % der Tiere abtöteten und demnach ohne jede Staffelung in ihrer Wirkung als gleichwertig zu betrachten wären. Ganz andere Ergebnisse lieferten die gleichen Präparate mit einer einzigen Giftmahlzeit. Man bemerkt große Unterschiede im Werte von x. Nur bei Uraniagrünkalkaufschwemmung 0,1 und 0,2 % frisch hergestellt, erreicht x den Wert von 100. Am wenigsten wirksam war Uraniagrünkalkaufschwemmung 0,1 %, zwei Monate alt. Der Wert x ist hier 14. Diese Zahlen entsprechen durchaus den vermuteten Giftkoeffizienten. Man bemerkt außerdem, wie folgerichtig die

Werte von x bei den verschieden hoch konzentrierten Kalkarsenen ansteigen, wie verschieden sich frisch hergestellte und ältere Aufschwemmungen verhalten, in welchem Giftigkeitsverhältnis Kalkarsen, Kupferarsenit und Bleiarsen zueinander stehen. Die dauernde Giftgabe, die die Verhältnisse im Freien doch nicht genügend berücksichtigt, läßt nur den klaffenden Unterschied zwischen unbrauchbaren und brauchbaren Mitteln zu, die einmalige aber gibt die Werte gestaffelt genau wieder. Das Ergebnis für die Methode des Serienversuches ist darnach einleuchtend. Man kann die Wirksamkeit von Pharmakonen nicht genügend und gradweise beurteilen, wenn die Tiere nach der bisher üblichen Art tagelang mit Gift gefüttert werden. Die Tiere sterben immer mehr oder weniger rasch, sobald sie Mengen oberhalb der dosis minima letalis zu sich nehmen, einerlei ob man heftige Gifte benutzt oder schwache durch wiederholte Gaben in der Wirkung steigert. Zum Vergleich der Eigenart der Gifte und zur Feststellung des Giftstoffes sind daher die hohen Giftmengen über der dosis minima letalis ungeeignet. Man darf nur wenig Gift verfüttern und erreicht dies am besten, indem man die Tiere nur eine Giftmahlzeit nehmen läßt. Stets ist wichtig, solche Dosen zu vermeiden, die keine unterschiedlichen Reaktionen mehr geben. Obwohl für die praktische Bekämpfungsarbeit nur Mengen weit über dieser Grenze in Frage kommen, ist die physiologische Wertbestimmung bei einmaliger Giftgabe auch für den praktischen Gebrauch ausschlaggebend. Aus meinen Versuchen folgt, daß vom Standpunkte der Giftverwertung aus, für die Schädlingsbekämpfung solche Präparate in erster Linie aussichtsreich sein werden, die rasch eine Abtötung zu 100% ergeben, damit im Freien auch bei fehlerhafter oder ungenauer Arbeit eine genügende Sicherheit für den Erfolg gewährleistet ist. Auch die abschreckende Wirkung von Präparaten läßt sich vergleichsweise feststellen. In Zukunft muß man also von der bisherigen Art der Laboratoriumsversuche abkommen und sich darauf einstellen, die Tiere nur einmal bis zur Sättigung mit Gift zu füttern. Diese Methode allein ist empfindlich. Alle in dieser Untersuchung mitgeteilten Ergebnisse sind mit ihrer Hilfe gewonnen.

Der Serienversuch mit einmaliger Giftgabe setzt voraus, daß alle Tiere eines Versuches bei einer Mahlzeit möglichst gleichviel von der dargebotenen Giftnahrung aufnehmen. Dies erreicht man dadurch, daß man sie vor dem Versuche einige Mahlzeiten übergehen läßt. Die Frage, ob die aufgenommenen Futtermengen der einzelnen Tiere ungefähr gleich groß sind, habe ich an mehreren Tierarten geprüft. Im folgenden teile ich die Ergebnisse an Seidenraupen Stadium 3 und an Stabheuschrecken Stadium 4 mit.

Tabelle 4.

Während einer Mahlzeit gefressene Blattfläche in mg.

Bestäubt mit	Tier Nr.	Seidenraupen Stadium 3	Stabheuschrecken Stadium 4
Kalkarsenstaub 15% As_2O_5	1	190	109
	2	189	253
	3	169	275
	4	180	240
	5	185	234
Durchschnitt		185	222
Nosprasit 7.72 As_2O_5	6	122	209
	7	119	195
	8	116	96
	9	123	95
	10	120	177
Durchschnitt		120	154

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß hungernde Seidenraupen ziemlich gleichgroße Mengen Nahrung aufnehmen, die z. B. bei einem Kalkarsenstaubbelag von 15% As_2O_5 um 185 mg, bei Nosprasit um 120 mg kaum erheblich schwanken. Meine Versuche bestätigen diese Befunde auch für andere Raupen. Sehr günstig für Versuche sind also Tiere, die rasch fressen und dabei verhältnismäßig viel aufnehmen. Stabheuschrecken verhalten sich anders. Die Nahrungsmenge schwankt sehr stark. Titschack (Nr. 36) fand bei unvergifteter Nahrung noch größere Unterschiede, und zwar von 1:5. In Einzelfällen verhielt sich das kleinste Fraßstück zum größten wie 1:296, 1:53, 1:43, 1:24, 1:20, 1:16, 1:11. Demnach ist die Stabheuschrecke für Serienversuche nicht brauchbar, während sie aus dem gleichen Grunde für Individualversuche sich recht gut eignet, bei denen es gerade darauf ankommt, daß die Tiere verschiedene Mengen fressen.

Weit stärker als bei Stabheuschrecken kann der Nahrungsverbrauch bei kranken Raupen schwanken. In einer meiner Seidenraupenzuchten trat 1929 Schlaffsucht auf, die besonders ältere Stadien befällt. Während einer Mahlzeit wurden folgende Blattmengen in Quadratmillimeter von gesunden Raupen gefressen: 1437, 1428, 1450, 1442, 1430 und von kranken: 0, 47, 324, 6, 292.

Daraus folgt abermals, daß kranke Raupen unbrauchbar sind und daß Versuche mit ihnen zu falschen Schlüssen führen.

IV. Einige mit Hilfe des Serienversuches gewonnene Ergebnisse bei Fraßgiften.

a) Wirkung gleicher Arsenmengen in verschiedener Kombination mit andern Stoffen.

Verwendet wurden 11 Proben von Kalkarsenstaubmitteln von gleicher physikalischer Beschaffenheit.[1]) Sämtliche Mittel sind eingestellt auf einen Gehalt von 37% Calciumarsenat entsprechend einem Gehalt von 10% As. met. Als Füllmittel wurde Talcum beigegeben. Jedes Präparat enthält einen Zusatz von 15% eines Stoffes, von dem ein Einfluß auf die insektizide Wirkung erwartet werden kann. Die Einzelheiten sind in der Tabelle 5 in Nr. 1—11 mitgeteilt. Zum Vergleich sind als Nr. 12, 13 und 14 gewöhnliches Kalkarsen 5%, 15% und 30% mit der entsprechenden Menge Talcum herangezogen. Sie stimmen physikalisch mit den anderen überein.

Als Versuchstiere verwandte ich Goldafterraupen vom Stadium 2 nach der Überwinterung, Baumweißlingsraupen vom Stadium 2 nach der Überwinterung, Ringelspinnerraupen im 3. Stadium und Seidenraupen im 3. Stadium. Für die Versuche wurden etwa 100 Stück der Tiere abgezählt und in Petrischalen gebracht. Hier hungerten sie 24 Stunden. Jeder Versuch wurde zweimal wiederholt. Im ganzen wurden demnach mit den Kontrollen etwa 20000 Raupen benötigt. Daraus ist wohl verständlich, worauf ich früher schon hinwies, daß Vergiftungsversuche Großzuchten von Insekten erfordern. Die Tiere erhielten ausgestanzte und mit Staub durch den Campbell-Stellwaag-Apparat gleichmäßig bedeckte Blattstücke. Nach der Sättigung reichte ich frisches, unbehandeltes Futter. Im Protokoll wurden jeden Tag die toten und lebenden Tiere sowie besondere Erscheinungen vermerkt. Am 6. Tag, als keine Tiere mehr starben, brach ich den Versuch ab. Der Giftwert wurde nach den oben mitgeteilten Formeln 3 und 4 berechnet. Da es sich um durchaus gesundes und herangezogenes Material handelte, starben in der Kontrolle keine Tiere ab.

Das Ergebnis der Untersuchungen ist in Tabelle 5 und Abb. 2 mitgeteilt.

Zunächst ist ersichtlich, daß die für jede Tierspezies gewonnenen Kurven in ihren Hauptzügen übereinstimmen, ein Beweis für die Sicherheit und Genauigkeit des Serienversuches. Nur bei den ersten decken sich die Linien nicht. Ich werde darauf noch in einem späteren Kapitel zurückkommen. Die weitgehende Übereinstimmung zeigt, daß wohl quantitative Unterschiede bei den verwendeten Tierspezies bestehen, aber nicht

[1]) Die I. G. Farbenindustrie, Forschungsabteilung für Pflanzenschutz in Höchst a. M. hat mir dankenswerterweise die Präparate hergestellt und zur Prüfung überlassen.

Tabelle 5.
Giftwert von Kalkarsenstaubmitteln.

Nr.	Präparat	Goldafter, Stadium 2 n. d. Ü.	Baumweißling, Stadium 2 n. d. Ü.	Ringelspinner, Stadium 3	Seidenraupen, Stadium 3
1	37 % Calciumarsenat 15 „ Natriumsalz eines sulfurierten Naphthalinderivates 48 „ Talcum	87	0	35	5
2	37 „ Calciumarsenat 15 „ Natriumsalz eines sulfurierten Naphthalinderivates 48 „ Talcum	80	75	45	21
3	37 „ Calciumarsenat 15 „ Pechsulfosaures Natrium 48 „ Talcum	91	100	100	70
4	37 „ Calciumarsenat 15 „ Tannin 48 „ Talcum	95	100	100	99
5	37 „ Calciumarsenat 15 „ anthracenpechsulfosaures Natrium 48 „ Talcum	85	90	95	90
6	37 „ Calciumarsenat 15 „ huminsaures Natrium 48 „ Talcum	100	100	100	100
7	37 „ Calciumarsenat 15 „ Saponin 48 „ Talcum	85	100	90	80
8	37 „ Calciumarsenat 63 „ Talcum	100	100	100	96
9	37 „ Calciumarsenat 15 „ Casein 48 „ Talcum	100	100	100	98
10	37 „ Calciumarsenat 15 „ Edelanuextraktsulfosaures Natrium 48 „ Talcum	65	80	90	79
11	37 „ Calciumarsenat 15 „ trockene Melasse 48 „ Talcum	93	100	100	95
12	5 „ Calciumarsenat 95 „ Talcum	0	13	100	23
13	15 „ Calciumarsenat 85 „ Talcum	52	64	100	68
14	30 „ Calciumarsenat 70 „ Talcum	88	89	100	94

qualitative. Man kann daher sehr wohl Standardtiere benutzen, wenn sie, was eine selbstverständliche Forderung ist, weder in der Organisation noch in der Lebensweise zu sehr voneinander abweichen. Die bestehenden Unterschiede sind auf die verschiedene Giftfestigkeit zurückzuführen. Am empfindlichsten ist der Ringelspinner, dann folgen Baumweißling, Seidenraupe und Goldafter. Da die letztgenannten Raupen häufig in größter Menge zur Verfügung stehen, können sie als Standardtiere gut benutzt werden (Nr. 27 u. Nr. 28). Gerade ihre gewisse Arsenresistenz macht sie für Arsenversuche besonders geeignet.

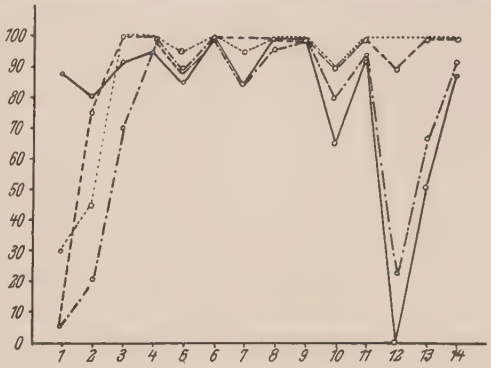


Abb. 2. Bilddarstellung der Tabelle 5.
——— Goldafter, Stadium 2 n. d. Ü.
- - - - - - Baumweißling, Stadium 2 n. d. Ü.
..... Ringelspinner, Stadium 3.
—.—.— Seidenraupen, Stadium 3.

Außerordentlich auffällig ist, daß die Präparate mit gleichem Arsengehalt ganz verschieden wirkten. Eine Abtötung in jedem Fall ergab Präparat 6 und 9. Ihnen kommt 4 und 8 gleich. In 5 und 10 sank der Wert für x mehr oder weniger weit unter 100. Daß im Vergleich dazu Kalkarsen 5% (12), 15% (13) und 30% (14) ohne weitere Zusätze weniger wirksam war, ist verständlich. Ohne Zweifel haben manche Zusätze die Giftigkeit erhöht, andere wirkten abschreckend.

Theoretisch oder nach der chemischen Analyse hätte man annehmen müssen, daß alle Kalkarsenate mit 37% gleichmäßig wirksam sind. Daß dies nicht der Fall ist, beweist, wie wenig man vom Giftgehalt auf die Wirksamkeit schließen kann. Meine ähnlichen Befunde bei Uraniagrün verschiedener Herstellung (Nr. 29) erhalten somit eine Bestätigung. Ich führte damals aus: „Für die Giftwirkung ist der Arsengehalt nicht allein maßgebend. Ebenso wichtig ist die abschreckende Wirkung und die Löslichkeitspotenz im Darm.“ Auch Cook und McIndoo zogen trotz ihrer unsicheren Versuchsanstellung ähnliche Schlüsse. Der von mir vertretene Standpunkt (Nr. 30), daß man Kalkarsenmittel nach chemischen Gesichtspunkten vorerst nicht normieren kann, wird also durch neue Versuchsergebnisse gestützt.

Nicht das Gift für sich allein ist wichtig, sondern die Kombinationsform, in der es vorliegt. Das ist die theoretische Erkenntnis für viele praktische Erfahrungen und für das Bestreben, die Giftigkeit von Pharmakonen durch Zusätze zu erhöhen. So gibt man im Weinbau seit langem dem Nikotin Seife zu. Man will damit die Haftfähigkeit steigern, vergrößert aber auch die Giftigkeit und kann dann mit der Dosis am wirksamen Bestandteil heruntergehen. Kupferkalkbrühe

macht andrerseits Nikotin frei (Nr. 26). Die Suche nach Aktivatoren ist ebenso wichtig wie die nach neuen Giften. Auf der Tagung der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie in Rostock 1930 führte ich aus, daß Kombinationen von schwachen, aber verschieden wirkenden Giften zusammen mit einem Aktivator die größten Aussichten haben. Sie werden die Industrie aus der Stagnation in der Herstellung von Bekämpfungsmitteln herausführen. Legt man mehr Gewicht auf die Kombinationsform, so wird man bald Verbindungen in die Schädlingsbekämpfung einführen können, die schon in geringer Menge tödlich auf Insekten wirken, da sie leichter und vollständiger resorbiert werden als die bisherigen. Sie werden dann für Säuger ungefährlicher sein als die jetzt gebräuchlichen Bekämpfungsmittel, so daß die Hygiene auch bei größten Aktionen weniger Anlaß zu Bedenken hat. So werden Untersuchungen der vorliegenden Art über Potenzierung von Giften große Bedeutung gewinnen.

b) Wirkung der Gifte in frisch zubereiteten und in alten Aufschwemmungen.

Die Technik der Versuche war die gleiche wie vorher. Als Versuchstiere dienten Seidenraupen im 3. und 4. Stadium. Geprüft wurde Uraniagrün in verschiedener Konzentration entweder mit Kalkmilch oder mit Kupferkalkbrühe 1%. Die frisch zubereitete Aufschwemmung war jeweils so hergestellt, daß ein schwacher Kalküberschuß vorhanden war. Ältere Flüssigkeiten waren mehr oder weniger sauer. Stets wurde jeder Versuch zweimal wiederholt. Die errechneten Giftwerte stimmten bis auf 1—2% überein.

In der folgenden Tabelle und in Abb. 3 sind die verwendeten Aufschwemmungen und die gefundenen Durchschnittswerte mitgeteilt.

Tabelle 6.

Serienversuche mit frisch zubereiteten und alten Aufschwemmungen von Uraniagrün zu Seidenraupen.

Nr.	Präparate	Seidenraupen Stadium 3 Wert x	Nr.	Präparate	Seidenraupen Stadium 4 Wert x
1	Uraniagrün 0,1 % frisch	100	7	Kupferkalkbrühe Uraniagrün	
2	„ 0,1 % 2 Mon. alt	14		0,3 % frisch	100
3	„ 0,1 % 1 Jahr alt	25	8	Kupferkalkbrühe Uraniagrün	
4	„ 0,2 % frisch	100		0,3 % 1 Tag alt	89
5	„ 0,2 % 2 Mon alt	30	9	Kupferkalkbrühe Uraniagrün	
6	„ 0,2 % 1 Jahr alt	50		0,3 % 4 Tage alt	81

Die einzelnen Flüssigkeiten sind also durchaus nicht gleichwertig. Schon im Laufe des ersten Tages nimmt, wie die Nr. 8 deutlich zeigt, die Giftigkeit ab. Am zweiten Tag ist die Flüssigkeit noch weniger giftig. Nach 2 Monaten hat sie soviel an Abtötungskraft verloren (Nr. 4 und 5), daß sie praktisch für die Schädlingsbekämpfung nicht mehr in Betracht kommt. Eigentümlicherweise ist sie nach einem Jahr aber wieder giftiger geworden. Diese Verhältnisse decken sich insofern mit der Erfahrung, als im praktischen Betrieb im Weinbau mit 1 bis 2 Tage alten Aufschwemmungen nicht so gute Erfolge erzielt wurden wie mit frischen.

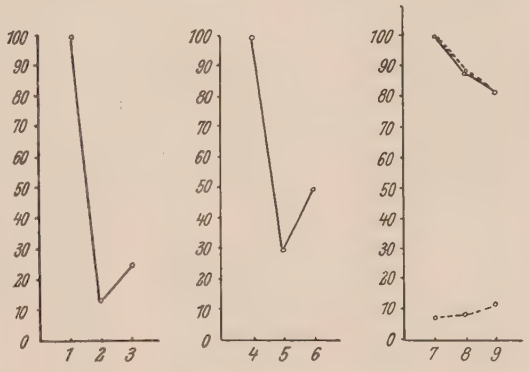


Abb. 3. Bilddarstellung der Tabelle 6.
Auf der Abszisse sind die Nummern der Präparate eingetragen. Rechts punktiert die Werte der dosis minima letalis.

Oft kommt es ja vor, daß die zubereitete Aufschwemmung infolge eintretenden Regens erst nach Stunden oder Tagen verwendet werden kann.

Die hier mitgeteilten Befunde bei den einzelnen Flüssigkeiten stimmen gut überein, ein Beweis für die Sicherheit der Methode. Ich teile noch zum Vergleich meine im Individualversuch gefundenen Werte der dosis minima letalis mit. (Siehe Tabelle 7.)

Bei der frisch hergestellten Uraniagrünbrühe genügen also 0,07 bis 0,08 mg Kupferazetatarsenit pro 1 g Körpergewicht von Seidenraupen, Stadium 4 zur Abtötung. Weniger giftig ist dieselbe Aufschwemmung 24h alt. Hier liegt der Wert bei 0,08—0,09 mg. Nach 3 weiteren Tagen sinkt die Giftigkeit auf 0,10—0,11 mg. Da die Giftigkeit dem im Serienversuch ermittelten Giftwert reziprok ist, so erhält man folgende Werte:

Giftigkeit pro g Gewicht des Körpers	Errechneter Giftwert (reziproke Giftigkeit)	Im Serienversuch gefundener Giftwert
0,07—0,08 mg	= 14,2—12,5	100
0,08—0,09 mg	= 12,5—11,1	89
0,12—0,13 mg	= 8,3— 7,6	81

Der Vergleich des errechneten und des gefundenen Giftwertes ergibt eine auffallende Übereinstimmung trotz der Verschiedenartigkeit der Berechnungsweisen. Die Kurve für die im Serienversuch gefundenen Giftwerte liegt etwa 8mal höher als die des errechneten Giftwertes. Bringt man die letztere auf die gleiche Höhe wie die erste, indem man mit 8 multipliziert, so erhält man die Werte 112—96, 96—88, 82—78. Deren Mittel 108, 87 und 80 deckt sich fast völlig mit den Zahlen 100, 89

Tabelle 7.

Minima dosis letalis von Uraniagrün bei Seidenraupen, Stadium 4.

Nr.	Versuchsserie 1930 Nr.	Präparat	Gefressene Menge des Präparates in mg	Gefressene Giftmenge in mg	Giftmenge auf 1 g des Körpers berechnet in mg	Tod nach 24h	48h	72h	96h
1	35	Uraniagrün-kalkbrühe frisch hergestellt	3,41	0,013	0.04	—	—	—	—
2	35		4,18	0,016	0,05	—	—	—	—
3	35		4,34	0,017	0.05	—	—	—	—
4	35		6,29	0,025	0,07	—	—	—	—
5	35		5,76	0,023	**0,07**	—	—	—	+
6	35		7,27	0,029	0,09	+	—	—	—
7	35		7,30	0,029	0,09	+			
8	35		10,85	0,043	0,13	+			
9	35		11,28	0,045	0,14	+			
10	35	Uraniagrün-kalkbrühe 24h alt	4,1	0,016	0,05	—	—	—	—
11	35		4,16	0,017	0,05	—	—	—	—
12	35		4,74	0,019	0,06	—	—	—	—
13	35		5,96	0,024	0,07	—	—	—	—
14	35		7,13	0,028	**0,09**	+			
15	35		7,66	0,031	0,09	+			
16	35		7,95	0,032	0,11	+			
17	35		9,7	0,039	0,12	+			
18	35		10,16	0,041	0,13	+			
19	35	Uraniagrün-kalkbrühe 4 Tage alt	2,73	0,011	0,03	—	—	—	—
20	35		4,31	0,017	0,05	—	—	—	—
21	35		6,99	0,028	0,09	—	—	—	—
22	35		8,82	0,035	0,11	—	—	—	—
23	35		9,94	0,039	**0,12**	—	—	—	+
24	35		12,11	0,048	0,15	+			
25	35		13,25	0,053	0,17	+			
26	35		14,49	0,058	0,18	+			

und 81. Die Übereinstimmung hat also die Brauchbarkeit des Individualversuches und Serienversuches in der von mir vorgeschlagenen Art erwiesen, und hat gezeigt, daß man beide aufeinander beziehen kann. Oben habe ich mitgeteilt, daß die Inkorporierung dauernder Giftgaben im Serienversuch den Wert 100 für alle drei Aufschwemmungen brachte. Somit ist auch auf diesem Weg erwiesen, daß sie nicht zur physiologischen Wertbestimmung der Gifte tauglich ist.

c) Arsenate und Arsenite.

Die Frage, ob Arsenate oder Arsenite giftiger sind, wurde bisher dahin entschieden, daß bezüglich der Abtötungskraft den Arseniten der Vorzug gegeben werden muß. Cook und McIndoo berichteten aber

über einige Versuche, nach denen der durchschnittliche Giftwert der Arsenate 69,2 war, während der der verwendeten Arsenite 71.5 betrug (vorausgesetzt, daß die Abtötungskraft dem Arsen zuzuschreiben ist, unabhängig von seiner Kombination). Der Unterschied war also nicht besonders auffällig.

Um jede beeinflussende Wirkung eines Zusatzstoffes zu vermeiden, ließ ich mir[1]) nach Art der gebräuchlichen Arsenstaubmittel Präparate herstellen, die Natriumarsenit und Natriumarsenat nur in Mischung mit einem indifferenten Füllmittel enthielten. Versuchstiere waren Seidenraupen, Stadium 4.

Die Versuche ergaben als Giftwert für

Natriumarsenit	Natriumarsenat
5% : 35	5% : 51
10% : 58	10% : 60
15% : 38	15% : 41

Somit lag hier der Giftwert für die Arsenate höher als für die Arsenite. Es ist auffällig, daß 15% Mischungen schlechter wirkten als 10%. Die Gründe dafür werde ich später erörtern.

Auch hier ist es wichtig, die dosis minima letalis pro Gewicht des Körpers mitzuteilen. (Siehe Tabelle 8.)

Sonach liegt der Wert für die dosis minima letalis für Natriumarsenit bei 0,35—0,38 und für Natriumarsenat bei 0,27—0,29. Die reziproken Zahlen lauten: 28—26 und 37—34. Sie stimmen sehr gut mit den Giftwertzahlen der Serienversuche überein.

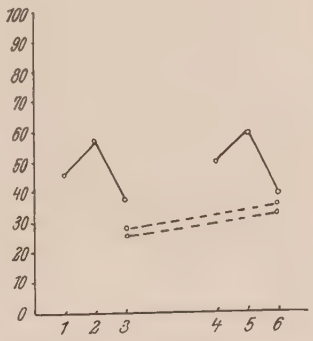


Abb. 4.
Bilddarstellung der Tabellen 7 und 8.
Dosis minima letalis punktiert.

Natriumarsenat ist also sogar um ein wenig giftiger als Natriumarsenit. Im großen und ganzen können aber die beiden Präparate als gleichwertig bezeichnet werden.

d) Versuche mit kombinierten Mitteln.

Kombinierte Mittel gegen Schädlinge und Krankheiten verdrängen mehr und mehr die Spezialpräparate. Im Weinbau wird fast immer gegen Traubenwickler und Peronospora mit kupfer- und arsenhaltigen Aufschwemmungen gearbeitet. Im Obstbau geht man in neuester Zeit dazu über, Schwefelkalkbrühe mit Zusatz von Bleiarsen allgemein anzuwenden. So erhält die Frage, inwieweit der Giftwert von Pharmakonen durch Mischung herabgesetzt wird, neuerdings besondere Bedeutung. Sie ist

[1]) Die Herstellung der Präparate verdanke ich der Firma Merck in Darmstadt.

Tabelle 8.

Dosis minima letalis für Natriumarsenit und Natriumarsenat pro g Seidenraupen, Stadium 4.

Nr.	Versuchsserie 1930 Nr.	Präparat	Gefressene Menge des Präparates	Gefressene Giftmenge	Giftmenge pro g	Tod nach 24h	48h	72h	96h	120h
1	37	Natriumarsenitstaubmittel	0,14	0,021	0,07	—	—	—	—	—
2	37		0,25	0,038	0,12	—	—	—	—	—
3	37		0,34	0,051	0,16	—	—	—	—	—
4	37		0,64	0,101	0,32	—	—	—	—	—
5	37		0,72	0,108	0,34	—	—	—	—	+?
6	37		0,80	0,120	**0,38**	+				
7	37		1,03	0,155	0,49	+				
8	37		1,14	0,171	0,54	+				
9	37	Natriumarsenat	0,11	0,017	0,05	—	—	—	—	—
10	37		0,16	0,024	0,08	—	—	—	—	—
11	37		0,18	0,027	0,09	—	—	—	—	—
12	37		0,26	0,039	0,12	—	—	—	—	—
13	37		0,40	0,060	0,19	—	—	—	—	—
14	37		0,61	0,092	**0,29**	+				
15	37		0,88	0,132	0,41	+				
16	37		1,05	0,158	0,50	+				
17	37		1,89	0,284	0,89	+				

besonders für Bleiarsen wichtig, da die Notwendigkeit größerer Zusätze hygienische Bedenken auslösen kann.

Feldversuche haben darauf schließen lassen, daß Schwefelkalkbrühe in Mischung mit Bleiarsen dessen Giftigkeit herabsetzt. Einige Angaben verdanken wir unter anderem Robinson (Nr. 12, 13), Robinson und Tartar (Nr. 14), Ruth (Nr. 16), Sanders und Kelsall (Nr. 17, 19, 20). Ähnliche Erfahrungen haben z. B. Fields und Elliot (Nr. 3), Sanders und Brittain (Nr. 18) mit der Kupferkalkbrühe in Vermischung mit Arsenmitteln gemacht. Auch in Deutschland hat die praktische Erfahrung im Weinbau ähnliches ergeben. Miller (Nr. 7) berichtet, daß Mangan und Bleiarsen weniger giftig wirken, wenn man Kalk oder Schwefelkalk oder beides zusetzt. Auf Grund ihrer Kleinversuche kamen Cook und McIndoo zu ähnlichen Feststellungen. Parfentjev (Nr. 8) berichtet 1926, daß Kalk zu Kalkarsen die Giftigkeit herabsetzt, daß aber Schwefel zu Kalkarsen die Giftigkeit erhöht.

Meine Versuche sollen für diese Ansichten zahlenmäßig genaue Werte beibringen. Ich stellte die Mischungen so her, wie sie in der Praxis gebraucht werden (z. B. Kupferkalkbrühe 1%), ging aber von chemisch reinem Material aus. Als Versuchstiere dienten Seidenraupen, Stadium 4.

Tabelle 9.

Giftwert von Mischungen geprüft an Seidenraupen, Stadium 4.

Nr.	Präparat	Wert x	Nr.	Präparat	Wert x
1	Uraniagrünkalkbrühe 0,1 % . .	83	6	Uraniagrün 0,3 % zu Kupferkalkbrühe 1 %	93
2	Uraniagrün 0,1 % zu Kupferkalkbrühe 1 %	77	7	Bleiarsen ($^1/_3$ Diblei plus $^2/_3$ Tribiei) 1 %	91
3	Uraniagrünkalkbrühe 0,2 % . .	100			
4	Uraniagrün 0,2 % zu Kupferkalkbrühe 1 %	92	8	Bleiarsen ($^1/_3$ Diblei plus $^2/_3$ Triblei) 1 % zu Schwefelkalkbrühe 2 %	86
5	Uraniagrünkalkbrühe 0,3 % . .	100			

Uraniagrün und Bleiarsen nimmt also an Giftigkeit ab, wenn es mit Pilzgiften kombiniert wird. Der Rückgang bei frisch zubereiteten Mischungen ist nicht erheblich. Zieht man jedoch die oben mitgeteilten Werte über verschieden alte Aufschwemmungen heran, so wird deutlich, daß der Rückgang sich praktisch sehr empfindlich bemerkbar machen kann, wenn große Mengen von Spritzbrühen hergestellt und nicht sofort verbraucht werden. Auffällig ist, daß die Mischungen in keinem Fall den Wert 100 erreichen, selbst wenn die Arsenmenge gesteigert wurde. Worauf der Rückgang der Giftigkeit beruht, sei dahingestellt.

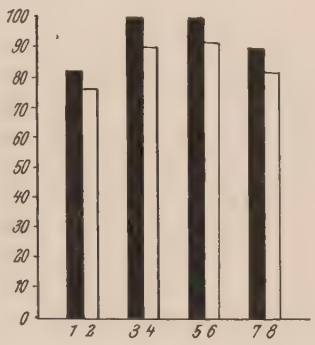


Abb. 5. Bilddarstellung der Tabelle 9. Auf der Abszisse die Nummern der Versuche.

e) Abschreckende Wirkung von Bekämpfungsmitteln.

Auch hierüber kann man am besten durch einmalige Giftgabe Klarheit erhalten. Aus Tabelle 4 geht hervor, daß Seidenraupen im Stadium 3 weniger Nahrung zu sich nahmen, wenn die Blätter mit Nosprasit bestäubt waren, als wenn Kalkarsen 15 % den Belag bildete. Eine meiner früheren Veröffentlichungen (Nr. 29) teilte mit, daß die Fraßmenge bei kleinen Raupen des Ringelspinners und Goldafters verschieden groß war, je nach den Giften, die ihnen dargereicht wurden. Ich habe nachträglich die gefressene Menge festgestellt und folgende Werte gefunden. (Siehe Tabelle 10.)

Daraus ist ersichtlich, daß die Fraßmenge der beiden Raupenarten prozentual übereinstimmt, besonders aber, daß beide Arten ganz ungleiche Mengen von Nr. 1—4 zu sich nahmen. Diese Stoffe stellen verschiedene Schweinfurtergrüne dar, die als fertige Aufschwemmungen auf gleichen Arsengehalt eingestellt waren. Wesentlich mehr wurde von Nosprasen und Nosprasit aufgenommen.

Tabelle 10.
Fraßmenge von je 100 kleinen Raupen.

Nr.	Präparat	Fraßmenge in qmm bei Ringelspinner	Fraßmenge in qmm bei Goldafter
1	Uraniagrün (41,7 % As) 0,2 %	52	15
2	Leibbrandtmittel (26,5 % As) 0,32 %	120	34
3	Leibbrandtmittel (30,3 % As) 0,26 %	96	20
4	Leibbrandtmittel (36,5 % As) 0,22 %	84	21
5	Nosprasit 1,5 %	380	100
6	Nosprasen 1,5 %	360	95

Auffällige Unterschiede bemerkt man bei der Verfütterung der Präparate 1 und 2 der Tabelle 5. Die einzelnen Raupenarten nahmen ganz ungleiche Mengen auf, so daß sich die ersten Kurven in Abb. 2 überschneiden und nicht wie die der anderen Präparate parallel laufen. Hier liegt eine ganz auffällige abschreckende Wirkung vor, die zweifellos mit den Zusatzstoffen in Zusammenhang steht.

Abschreckend kann jedoch auch ein zu hoher Giftgehalt der Präparate wirken. Das geht deutlich aus früheren Zahlen hervor. Hier hat sowohl Natriumarsenit, wie Natriumarsenat 15% viel weniger gewirkt wie 10%, weil die Tiere zu geringe Mengen aufgenommen hatten. In meinen Versuchen waren stets Kalkarsene 40% weniger wirksam als solche mit 30% As_2O. Näheres ist aus der Tabelle meiner Veröffentlichung in „Wein und Rebe“ zu ersehen.

Endlich kann auch eine Einwirkung des indifferenten Bestandteiles bei Staubmitteln vorliegen. Aufschlußreich sind in dieser Beziehung folgende Versuchsergebnisse, die mit Hilfe des Individualversuches gewonnen wurden und die aufgenommene Menge an Nahrung und Staub im Durchschnitt wiedergeben.

Tabelle 11.
Aufgenommene Nahrungs- und Stoffmenge von Stabheuschrecken, Stadium 5.

Nr.	Präparat	Durchschnittlich pro Individuum gefressene Fläche in qmm	Durchschnittlich pro Individuum gefressene Menge des Staubes in qmm
1	Nullversuch	434,5	—
2	Kieselguhr	$371 \pm 1{,}2$	$0{,}399 \pm 1$
3	Kalziumhydroxyd	275 ± 1	$0{,}385 \pm 1$
4	Kaolin	$271{,}75 \pm 3$	$0{,}29 \pm 3$
5	Talcum	$235{,}2 \pm 2$	$0{,}251 \pm 1$

Alle Staubmittel waren in genau gleicher Dicke verstäubt worden. Man erkennt, daß bei Anwesenheit von Talcum etwa halb soviel an Nahrung aufgenommen wurde als ohne Bestäubung.

Naturgemäß hat auch die Dicke des Belages einen nicht geringen Einfluß auf die Nahrungsaufnahme. Ich stäubte Talcum mit dem Campbell-Stellwaag Apparat in verschiedener Dicke auf ausgestanzte Blattstücke und stellte für jedes Individuum Seidenraupen, Stadium 4, die gefressene Menge in qmm fest.

Tabelle 12.

Von Seidenraupen, Stadium 4, aufgenommene Nahrungsmenge bei verschieden dickem Talcumbelag.

Nr.	Belag auf 1200 qmm	Gefressene Blattmenge in qmm	Nr.	Belag auf 1200 qmm	Gefressene Blattmenge in qmm	Nr.	Belag auf 1200 qmm	Gefressene Blattmenge in qmm
1	0,0025 mg	650	11	0,0069 mg	546	21	0,0088 mg	230
2		620	12		331	22		0
3		631	13		485	23		405
4		599	14		590	24		230
5		629	15		263	25		0
6		648	16		491	26		115
7		630	17		64	27		0
8		610	18		630	28		372
9		620	19		440	29		108
10		640	20		410	30		439
	Durchschnitt	627,7			444,4			189,9

Bei schwachem Belag (10) war die Nahrungsaufnahme sehr gleichmäßig. Ein etwa dreifach dickerer Belag hatte zur Folge, daß das Futter ungleichmäßig einverleibt wurde. Die Futtermenge ging um $^1/_3$ zurück. Ein noch dickerer Belag veranlaßte die Raupen noch weniger zu fressen. Die Tiere 22, 25 und 27 nahmen überhaupt nichts zu sich. Daß solche Mengen abschreckend wirken, geht auch daraus hervor, daß einige Blattstücke nur vom Rand her wenig und an vielen Stellen befressen wurden, während die Tiere Nr. 1—10 gleichmäßig fortschreitend große Stücke aus den Blättchen herausweideten.

Aus alledem läßt sich schließen, daß Präparate chemisch so beschaffen sein müssen, daß sie ohne Widerstand aufgenommen werden. Der Praktiker muß so mit ihnen arbeiten, daß nur ein dünner Giftbelag auf den Pflanzen liegt. Dies fordert rückwirkend eine hohe Abtötungskraft der Mittel.

f) Schlußfolgerungen und Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Prüfung der Schädlingsbekämpfungsmittel auf wirtschaftliche Eignung im Freiland führt auf Abwege, da zuviele schwankende und wechselnde Faktoren zu berücksichtigen sind. Auch die Prüfung auf Brauchbarkeit und Nutzen schließt viele subjektive Fehler in sich. Die begriffliche Klärung, was die verschiedenen Arten der Freilandversuche und Laboratoriumsversuche bezwecken, welche besonderen Fragestellungen sie haben, wie sie zu unternehmen sind, hat gezeigt, daß der Freilandversuch für die Giftigkeits- und Giftbewertung zu wenig exakte Sicherheiten gibt. Man muß so wenig wie möglich Größen wirken lassen und so einfach wie möglich arbeiten. Nur das Experiment auf einwandfreier Grundlage kann daher brauchbare Ergebnisse liefern, die nachgeprüft werden können, vergleichbar sind und keine Schweinbewertungen darstellen.
2. Von den Faktoren, die die Brauchbarkeit bedingen, bedarf die Prüfung auf die Abtötungskraft als des bewirkenden Faktors besonders genau ausgearbeiteter Methoden. Einen Weg zu Vergleichswerten bildet der „Individualversuch", dessen Ziel es ist, die minima dosis letalis pro Gramm Gewicht des Körpers zu finden und die „Giftigkeit" zu ermitteln. Die Giftkonzentration eines Stoffes und die Art der Kombinationsform des Giftes kommt hier nicht in Betracht. Das Verfahren ist analytisch. Es bildet die Grundlage jeder Diskussion über die Bewertung von Giften auch für praktische Zwecke.
3. Zur Errechnung des „Giftwertes" der Präparate gelangt man auf dem Weg des „Serienversuches". Dieser berücksichtigt in erster Linie die Komplexwirkung eines Stoffes und die Wirkung von Präparaten, die aus mehreren Bestandteilen hergestellt sind. Es ist dabei unwesentlich, welche Mischungen und Verbindungen vorliegen, welche chemischen und physikalischen Unterschiede bestehen. Die Konzentration eines Giftes ist für die Aufstellung der Konzentrationswirkungskurve Voraussetzung. Man kommt also durch symptomatische Untersuchungen zu Erkenntnissen. Auf dem Serienversuch beruht der wissenschaftliche Vergleich der Abtötungskraft von Bekämpfungsmitteln in verschiedener Stärke und die Erkenntnis, wie diese verbessert werden können. Er führt weiter zur Beantwortung vieler praktischer und wissenschaftlicher Fragen von grundlegender Bedeutung.
4. Bei der Anstellung von Serienversuchen müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

   a) Man braucht vorteilhaft 30—100 Tiere, soll aber nicht unter 30 hinuntergehen.

   b) Die Versuchstiere müssen gesund und gleichaltrig sein. Zucht aus frühesten Stadien ist vorteilhaft.

c) Zur Erhöhung der Genauigkeit sind die Versuche zu wiederholen.

d) Die Vergleichssicherheit geben Vergleichstiere, die ähnliche biologische und organisatorische Eigenschaften haben wie die Versuchstiere, aber in größter Menge und womöglich während des ganzen Jahres zur Verfügung stehen (Standardtiere).

e) Weitere Vergleichssicherheit wird durch Heranziehung eines Standardmittels gewährleistet. Man gebraucht dazu ein in seiner Zusammensetzung bekanntes Präparat, das mit der zu prüfenden Substanz in der Art der Wirkung Ähnlichkeit hat. Es ist nicht notwendig, daß die neue Substanz in allen wichtigen Punkten, z. B. physikalisch, mit dem Standardmittel übereinstimmt.

f) Die Außenbedingungen müssen unter Kontrolle gestellt werden.

g) Die Bespritzung oder Bestäubung hat so gleichmäßig wie möglich zu erfolgen. Sicherer ist es, die Tiere nicht an ganzen Versuchspflanzen zu belassen.

h) Zur Auswertung stehen verschiedene Formeln zur Verfügung. Man verwendet vorteilhaft den Eintritt des Todes, da Gifterkrankungen reparabel sein können und oft nach der Inkorporation geringer Giftmengen sowohl eine Wiederholung der Giftaufnahme wie ein langsames Hinsterben folgen kann. Der Zeitpunkt der Einstellung der Fraßtätigkeit (Knock out-Punkt Campbells) gibt kein genügendes Kriterium und darf unter keinen Umständen dem Eintritt des Todes gleichgesetzt werden.

i) Fraßgifte dürfen nur in geringer Menge und nicht fortdauernd dargereicht werden. Dauernde Gaben führen zu Fehlschlüssen und Scheinbewertungen. Je kleiner (bis zu einer vernünftigen Grenze) die Giftgaben sind, um so deutlichere Vergleiche kann man ziehen. Man muß sich hüten in die Nähe der Grenze zu kommen, wo alle Mittel 100% abtöten, da dann die Kurve der Giftwerte horizontal verläuft.

5. Nicht das Gift für sich allein ist in komplexen Mischungen wirksam, sondern die Kombinationsform, in der es vorliegt. Der Suche nach Aktivatoren kommt daher eine große Wichtigkeit zu.
6. Mit dem Alter der fertigen Spritzmittel nimmt der Giftwert ab.
7. Es gibt Arsenite, die ebenso giftig sind wie Arsenate.
8. Für die Erfahrung, daß Pilzgifte in kombinierten Flüssigkeiten den Giftwert von Insektiziden herabsetzen, wurden exakte Werte gegeben.
9. Die abschreckende Wirkung von Bekämpfungsmitteln kann in folgenden Ursachen begründet sein.

a) In den Zusatzstoffen.

b) In zu hohem Giftgehalt der Präparate.

c) In zu dicker Giftschicht nach dem Auftragen des Mittels auf die Nährpflanze.

10. Aus den Versuchen geht hervor, daß die verwendeten Tiere in ihrer Reaktion auf die geprüften Gifte weitgehend übereinstimmen. Unterschiede wurden in quantitativer, aber nicht in qualitativer Hinsicht gefunden. Es ist also möglich, einzelne der Versuchstierarten als Standardtiere zu verwenden und die Resultate auf andere Tiere zu beziehen, obwohl unsere Kenntnisse über die Physiologie des Darmes und seine Reaktionsweise auf Gifte noch recht lückenhaft sind. Der Standardtierversuch (zusammen mit dem Standardmittelversuch) ist unerläßlich für die Giftbewertung, genau so wie man in der Pharmakologie Mäuse, Ratten, Meerschweinchen, Hunde usw. für die Beurteilung der Gifte benutzt.
11. Durchweg hat sich gezeigt, daß die Ergebnisse des Individualversuches auf die Werte des Serienversuches bezogen werden können, ein Beweis für die Sicherheit der Methode in beiden Fällen. Es ist also eine durchaus einwandfreie Giftbewertung möglich, die eine weitgehende Beurteilung der praktischen Brauchbarkeit der Gifte zuläßt.

Schriften.[1])

1. Berwig (W.), Laboratoriumsversuche zur Bionomie und Bekämpfung der Forleule. Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. XVII, S. 563ff, 1931.
2. Cook (F. C.) and McIndoo (N. E.), Chemical, Physical and Insecticidal Properties of Arsenicals. U. S. D. of Agriculture, Bull. Nr. 1147, 1923.
3. Fields (W. S.) and Elliot (J. A.), Making Bordeaux Mixture and some other Spraying Problems. Ark. Agr. Exp. Stat. Bull. 172, 1920.
4. Gray (G. P.), The Comptability of Insecticides and Fungicides. Calif. Comm. Hort. Mo. Bull. 3, 265—275, 1914.
5. Lovett (A. L.), Insecticide Investigations. Oregon Bull. 169, 1920.
6. Lovett (A. L.) and Robinsin (R. H.), Toxic Values and Killing Efficiency of the Arsenats. Journ. Agric. Research 10, 199—207, 1917.
7. Miller (R. L.), Manganese Arsenate as a Contiol for the Codling Moth. Journal of Econ. Entom. Bd. 22, 1929.
8. Parfentjev (S. A.) und Devrient (W.), Über die Wirkung des Arsens auf den Gesamtstoffwechsel der Insekten. Biochemische Zeitschrift Bd. 217, S. 368ff. 1930.
9. Peet and Grady, Studien über insecticide Activität. Journal of Econ. Entom. 1928.
10. Pustet und Sell, Verspricht die Bekämpfung der Maikäfer mit gifthaltigen Verstäubungsmitteln vom Flugzeug aus Erfolg? Praktische Blätter für Pflanzenbau und -schutz, 1926.
11. Riehm (E.), Pflanzenschutzpraktikum. Berlin, Verlag Paul Paray, 1931.
12. Robinson (R. H.), Beneficial Action of Lime Sulphur and Lead Arsenate Combination Spray. Journal Econ. Entom. 1919.
13. Robinson (R. H.), Chemical and Physical Properties of the Arsenates of Lead. Oregon Agric. Expt. Stat. Corvallisl, 89—94, 192.
14. Robinson (R. H.) and Tartar (H. V.), The Arsenates of Lead. Oregon Agr. Expt. Stat. Bull. 128, 1915.
15. Robinson (R. H.) and Yates (W. W.), The chemical Composition of Insecticides and Fungicides. Oregon Agric. Coll. Exp. Stat. Circ. 64, 1925.

[1]) Hier nicht zitierte Veröffentlichungen siehe in meinen Arbeiten.

16. Ruth (W. A.) and Kelley (V. W.), Recent Advances in Spraying. Trans. Ill. Hort. Soc. 56, S. 90—103, 1922.
17. Sanders (G. E.), Arsenate of Lead vs. Arsenate of Lime. Proc. Ent. Soc. Nova Scotia, Nr. 2, 1916.
18. Sanders (G. E.) and Brittain (W. H.), The Toxic Value of some Common Poisons alone and in Combination with Fungicides, on a few Species of Biting Insects. Ent. Soc. Nova Scotia Proc. 2, 55—64, 1916.
19. Sanders (G. E.) and Kelsall (A.), The Use of white Arsenic as an Insecticide in Bordeaux-Mixture. Proc. Ent. Soc. Nova Scotia, 21—33, Truro 1919.
20. Sanders (G. E.) and Kelsall (A.), Cheaper Arsenicals and their Use. Journal Econ. Entom. 15, 71—75, 1922.
21. Scott and Stegler, Misc. Insecticide Investigations. U. S. D. A. Bull. 278, p. 47, 1915.
22. Speyer (W.), Beitrag zur Wirkung von Arsenverbindungen auf Lepidopteren. Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. 11, 1925.
23. Sprengel (L.), Versuche zur Vergiftung des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hbn.) mit verschiedenen Arsenverbindungen. Wein und Rebe, Jahrg. 10, 1928.
24. Stellwaag (F.), Der Gebrauch der Arsenmittel im deutschen Pflanzenschutz. Berlin, Verlag Paul Paray, 1926.
25. Stellwaag (F.), Giftigkeit und Giftwert der Insektizide. Teil I, Grundsätzliche Erörterungen. Anzeiger für Schädlingskunde S. 101ff, 1929.
26. Stellwaag (F.), Über die Wirksamkeit von Nikotin. Anzeiger für Schädlingskunde S. 38, 1929.
27. Stellwaag (F.), Giftigkeit und Giftwert der Insektizide. Teil II, Allgemeine Technik der physiologischen Wertbestimmung. Anzeiger für Schädlingskunde S. 37ff, 1930.
28. Stellwaag (F.), Teil III, Allgemeine Technik der physiologischen Wertbestimmung (Schluß). Anzeiger für Schädlingskunde S. 64ff, 1930.
29. Stellwaag (F.), Teil IV, Physiologische Wertbestimmung der von Leibbrandt bearbeiteten Grünpräparate. Weinbau und Kellerwirtschaft 1930.
30. Stellwaag (F.), Teil V, Gegenwärtiger Stand unserer Kenntnisse über die Normierung der Schädlingsbekämpfungsmittel im deutschen Weinbau. Wein und Rebe Jahrg. 12, Heft 3, 1930.
31. Stellwaag (F.), Grundlagen der physiologischen Wertbestimmung von Insektiziden. Anzeiger für Schädlingskunde S. 113, 1930.
32. Stellwaag (F.), Teil VI, Ziele und besondere Methodik bei der Bestimmung der Gifte im Individualversuch. Zeitschrift für angewandte Entomologie S. 113ff, 1931.
33. Stellwaag (F.), Diskussionsbemerkungen auf der Versammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie in Rostock 1930. Verhandlungen 1931.
34. Tartar (H. V.) and Wilson (H. F.), The Toxic Values of the Arsenates of Lead. Journal Econ. Entom. 8, 461—486, 1915.
35. Tattersfield and Morris, An Apparatus for Testing the Toxic Value of Contact Insecticide under controlled Conditions. Bull. Ent. Research 1924.
36. Titschack, Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. I. Carausius (Dixippus) morosus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 123, Heft 3, 1924.

Über die Verwendung von Ködermitteln zur Schädlingsbekämpfung.

Von

Fritz Eckstein, Rastatt.

Die Verwendung von Ködermitteln zur Schädlingsbekämpfung geht zweifellos zurück auf die seit alters geübte Köderung der Insekten durch den Sammler, der es versteht, zu gewissen Jahreszeiten seine Schmetterlings- oder Käfersammlung auf diese verhältnismäßig mühelose Weise zu vervollständigen.

Während der Sammler jedoch sich auf das Anlocken seiner Beute beschränkt, erwachsen dem, der sich der Köderung von Schadinsekten zu deren Bekämpfung bedienen will, noch andere Aufgaben, denn er will ja nicht nur anlocken, sondern auch vergiften, und zwar unter den jeweils gegebenen, stets variierenden Bedingungen der angebauten Kulturen, soweit es sich nicht um Hausinsekten handelt, oder um solche Mittel, die bei ihrer Anwendung unabhängig von der geschädigten Pflanze zur Wirkung kommen.

Die Anwendung der Ködermittel geschieht zurzeit auf drei verschiedene Arten, erstens durch Behandlung der Pflanzen mit Giften, deren besondere Zubereitung die Aufnahme durch das Insekt erleichtern und begünstigen soll, zweitens in der Art der Köderfallen, die das Insekt anlocken und festhalten oder abtöten, drittens durch Streumittel, die unabhängig von den Pflanzen ausgestreut oder ausgelegt werden.

Je nach der Methode sind nun auch die Anforderungen, die an die Ködermittel gestellt werden müssen, ganz verschieden.

Wird, wie in dem zuerst genannten Fall, das Mittel auf die Pflanzen aufgespritzt, so wird von ihm nicht nur, wie vom üblichen Spritz- oder Stäubemittel neben der Giftwirkung Unschädlichkeit für die Pflanze, bei der Behandlung von Obstbäumen oder Futtermitteln noch möglichst geringe Giftwirkung für Menschen und Nutztiere, sondern die möglichst hohe Konzentrierung des Schädlings auf einen möglichst kleinen Raum, bezw. eine möglichst kleine Anzahl von behandelten Pflanzen verlangt.

Die Köderfallen wirken zum Teil durch die Anziehungskraft des Lichtes, zum Teil durch vergiftete Köderstoffe. Von den Lichtfallen soll

hier nicht die Rede sein, da durch sie nur eine eng umgrenzte Gruppe von Schädlingen, hauptsächlich Kleinschmetterlinge und Eulen gefangen werden.

Sollen die Köderfallen jedoch durch Duftstoffe auf das Insekt wirken, so muß ihre Anziehungskraft so stark sein, daß sie das Insekt von der Fortsetzung seiner natürlichen, dem Augenblick entsprechenden Tätigkeit abbringt, z. B. der Eiablage, zur Köderfalle hinlenkt und dadurch von der zu schützenden Kultur fernhält.

Ähnliche Forderungen müssen an die an dritter Stelle genannten Ködermittel gestellt werden, an die Streuköder und ähnliche. Sie müssen so beschaffen sein, daß der Schädling günstigstenfalls seine Fraßpflanze meidet, jedenfalls aber nicht an dem ausgelegten Köder vorbeigeht, sondern ihn annimmt und sich dabei vergiftet. Während derartige Köder im allgemeinen ohne Berücksichtigung der Schädlichkeit für die Pflanzen zusammengesetzt werden können, wird gerade von ihnen häufig möglichst geringe Giftwirkung für Nutztiere, Haustiere und, bei der Anwendung im Forst, insbesondere auch für Wild verlangt.

Bei der Verwendung der flüssigen Köder als Spritzmittel, also etwa für die Bekämpfung der Rübenfliegen, Kirschenfliegen, Ölfliegen u. a. erfolgt die Vergiftung während der gewohnten Nahrungsaufnahme, nur mit dem Unterschied, daß sich an den behandelten Pflanzen eine erheblich größere Zahl der Schädlinge als unter gewöhnlichen Verhältnissen, einfinden soll. Anders dagegen ist es bei den Köderfallen und Streumitteln. Denn diese erfordern vom Schädling ein Abgehen von seinen Gewohnheiten, eine Ablenkung der Instinkte, in den meisten Fällen des Nahrungs- und des Fortpflanzungsinstinktes.

Darin liegt sowohl die Schwäche, als auch die Stärke dieser Köderverfahren. Die Schwäche, da es bis jetzt nur in wenigen Fällen gelungen ist, die hier kurz skizzierten Forderungen zu erfüllen, die Stärke, weil ein jedes dieser Ködermittel, falls es die Bedingungen erfüllt, jede andere Bekämpfungsmethode aus dem Felde schlagen wird.

Die Zusammensetzung der Insektenködermittel.

Aus den bisherigen, einleitenden Ausführungen ergibt sich, daß jedes Ködermittel auf den Schädling einen Reiz ausüben muß, der sich auf den Gesichtssinn, oder den Geruchssinn, gelegentlich auch auf beide, auswirken kann.

In jedem einzelnen Fall wird zunächst die Entscheidung von Wichtigkeit sein, wie das Insekt, um das es sich gerade handelt, sich im Raum orientiert. Die Art, auf welche Weise die Nahrung gefunden wird, wie sich der Schädling die Stelle der Eiablage aussucht, ob im wesentlichen mit den Augen, oder mit Hilfe der Antennen, kann entscheidend für die Auswahl eines Köderstoffes werden.

Diese Verhältnisse gewinnen ihre Bedeutung insbesondere auch bei der Ausarbeitung von Ködermethoden bei an der Erde lebenden Insekten und bei Lufttieren.

Forel hat schon im Jahre 1902 auf das Vorhandensein von Unterschieden zwischen Lufttieren und Bodentieren bezüglich ihrer Orientierung kurz hingewiesen; insbesondere auch im Hinblick auf die vorhandene oder fehlende Beweglichkeit der Fühler: „Selbst bei manchen Insekten, die bewegliche Fühler haben, und zum Teil weniger Lufttiere sind, wie z. B. die Lamellicornier und die Bombyciden, ist offenbar der Antennengeruchssinn viel mehr auf Fernwirkung, d. h. auf Wittern entfernter Gerüche, als auf Raum und Pfaderkenntnis eingerichtet. Solche Insekten finden ihren Weg mittels der Augen, fliegen aber in die Richtung hin, von woher ihre Fühler einen gesuchten Geruch wittern.

Der eigentliche, topochemische Antennensinn dürfte daher vor allem bei allen denjenigen Arthropoden gut entwickelt sein, deren Fühlhörner nicht nur in der Luft beweglich, sondern zum Betasten der Gegenstände eingerichtet sind. Bei denselben kann der immerhin topochemisch ungenauere Ferngeruch durch den Kontaktgeruch jeden Augenblick kontrolliert und scharf topographisch resp. topochemisch fixiert werden, wie es die Ameisen so ausgiebig praktizieren."

Bei Versuchen zur Bekämpfung der Spargelfliege *Platyparaea poeciloptera*, die der Verfasser im Jahre 1929 anstellte, handelte es sich bei der so großen Behendigkeit der Fliege zunächst um die Entscheidung dieser Fragen, ob die Fliege den hervorsprießenden Spargel durch dessen Duft wahrnimmt, oder sieht. Um hierüber Anhaltspunkte zu gewinnen, wurden zunächst verschieden geformte Hölzer innerhalb eines Spargelfeldes, das stark beflogen war, aufgestellt, nämlich Brettchen, Kugeln, Würfel und spargelförmige Stäbe. Dabei zeigte sich, daß die Spargelfliege sich mit besonderer Vorliebe an die spargelförmigen Hölzer ansetzte, während die übrigen kaum beflogen wurden, und sich eine Fliege nur mehr gelegentlich auf ihnen niederließ. Gleichzeitig vorgenommene Untersuchungen über die etwaige anlockende Wirkung von Spargelsaft, Asparagin, Asparaginsäure, Zuckerlösungen u. a. zeigte über dies, daß die Fliege die Spargelpflanze in der Hauptsache mit Hilfe des Gesichtssinnes anfliegt, was aber nicht ausschließt, das noch andere Reize, etwa Duftreize noch unbekannter Zusammensetzung, auf die Fliege einwirken. Im Einzelfall ist also auch bei den Duftködern die Bedeutung des Gesichtssinnes festzustellen, insbesondere, wenn es sich um die Verwendung von farbigen Köderstoffen handelt.

Jedes Insektenködermittel setzt sich aus drei Komponenten zusammen, aus dem Grundstoff, dem Giftstoff und dem Duftstoff.

Der Grundstoff dient als Träger und zur Verdünnung der beiden anderen Stoffe. Da er im Verhältnis die größte Menge bei der Zusammensetzung

der Insektenköder ausmacht, ist er oft entscheidend für die Wirtschaftlichkeit eines Ködermittels.

Für die flüssigen Ködermittel ist Wasser der Grundstoff, für die streubaren in den meisten Fällen Kleie, Mehl, oder Sägemehl.

Die Kleie, die am meisten als Grundstoff verwendet wird, hat einen sehr ausgeprägten Eigenduft, über den nachteilige Wirkungen nicht bekannt geworden sind. Wir finden daher häufig die Kleie als einzigen Köderbestandteil neben dem Gift, also als Grundstoff und Duftstoff gleichzeitig angegeben. Doch gehen in zahlreichen Fällen die Angaben über die Wirksamkeit derartiger Köder weit auseinander.

Es läßt sich ja denken, daß für weniger empfindliche Insekten, meist Bodenbewohner, insbesondere, wenn deren Nahrungsraum infolge größter Massenvermehrung sehr gering ist, so daß die hungernden Tiere alles irgendwie Genießbare angreifen, die gebotene Kleie als Ködermittel genügen mag, doch selbst für die Heuschrecken sind die Angaben über die Brauchbarkeit der Kleie allein widerspruchsvoll.

Soweit einheimische Schädlinge, die der Verfasser beobachtete, in Betracht kommen, konnte festgestellt werden, daß die Wirkung der Kleie durch besonders gewählte Zusätze zum mindesten erheblich, ja ausschlaggebend verbessernd werden kann.

Die Anwendung von Mehl ist sehr beschränkt und kommt des hohen Preises wegen für den Großverbrauch nicht in Frage.

Das Sägemehl setzt die Wirkung der Kleieköder wesentlich herab in allen den Fällen, wo es sich um die Bekämpfung von an nicht verholzten Pflanzen lebenden Schädlingen handelt. Bei landwirtschaftlichen Schädlingen in der Regel so viel, daß die Verschlechterung der erzielten Wirkung die billigeren Herstellungskosten weit überwiegt.

Denn beim Sägemehl spielt dessen Eigenduft eine große Rolle, Beobachtungen des Verfassers haben gezeigt, daß schon geringe Zusätze von Sägemehl die Wirksamkeit eines Köders sehr erheblich, bis unter die Hälfte, herabsetzen können. Auch in der Literatur finden sich Angaben hierüber vor:

So berichten Davis und Turner 1918, daß bei Vergleichsversuchen gegen *Cirphis unipuncta* sich auf der Kleieversuchsfläche eine praktische Mortalität von 100 % gezeigt habe, während der entsprechende Sägemehlversuch nur 75 % ergab. Die genannten Autoren fanden, daß Fichtensägemehl eine abschreckende Wirkung hat, daß Fichtenhartholzmehl weniger wirksam war als frisches Hickorymehl. Dieselben Autoren fanden bei Versuchen mit *Agrotis ypsilon* ähnliches, wenn auch hier die Resultate nicht so auffällig sind.

Versuche des Verfassers mit *Agrotis segetum* ergaben bei Versuchen mit Sägemehlzusätzen (Kiefernsägemehl), daß die Wirkung auf 80 % der Wirkung des ursprünglichen Mittels herunterging.

Auch die Beschaffenheit des zur Herstellung des Ködermittels verwendeten Wassers kann von nachteiligem Einfluß auf die Köderwirkung sein. Nicht ausgeschlossen ist, daß die Härte des Wassers eine Rolle spielen kann, doch liegen diesbezügliche Beobachtungen nicht vor. Dagegen scheint eisenhaltiges Wasser sehr nachteilig zu wirken. Bei Versuchen des Verfassers zur Bekämpfung der Larven von *Tipula oleracea* und *paludosa* handelte es sich um die Verwendung einer Wasserprobe, die aus einem Moortümpel stammte, der sehr reich war an Eisenalgen, und sich von seinen mit ihm in Verbindung stehenden Nachbartümpeln, dadurch unterschied, daß er vollkommen frei war von *Culicidenl*arven, während alle anderen Tümpel, die diesen Reichtum an Eisenalgen nicht zeigten, von Mückenbrut wimmelten.

Mit diesem Wasser angerührte Köder wurden von den Larven der Tipuliden so gut wie gar nicht angenommen, während die Kontrolle fast 100% Mortalität ergab.

Bekannt ist ferner durch die Untersuchungen von Spuler, daß auch der Stoff, aus dem der Behälter für die Ködermittel hergestellt ist, nicht gleichgültig für die Wirkung der Ködermittel ist. Spuler verwendete gegen *Cydia pomonella* einen Köder, der als Lockmittel Apfelsaft enthielt. Der Behälter des Gärköders bestand aus Eisen. Durch die Säure löst sich Eisen aus dem Behälter, durch den Gerbsäuregehalt der Früchte bildete sich mit dem gelösten Eisen Tinte, die sofort eine Verminderung der Wirkung herbeiführte.

Die Giftstoffe der Ködermittel.

Als Giftstoffe werden im wesentlichen Arsenverbindungen und Fluoride verwendet, vereinzelt werden auch Zinkverbindungen, wie Zinkphosphid, Bariumverbindungen, u. a. mehr verwendet.

Die Arsenverbindungen sind die üblichen, auch sonst angewandten: Schweinfurtergrün, Kalziumarsenat, Bleiarsenat und Natriumarsenat, von Fluorverbindungen: Natriumfluorid, Natriumsilicofluorid, vereinzelt auch andere Fluoride.

Den Fluoriden wird im Vergleich zu den Arsenverbindungen geringere Giftigkeit nachgesagt. Dies mag damit zusammenhängen, daß die akuten Vergiftungserscheinungen bei Aufnahme geringer Mengen von Fluoriden nicht so stürmisch sind wie bei Arsen. Es muß jedoch betont werden, daß auch die Fluorverbindungen starke Gifte sind, die sehr vorsichtiges Arbeiten verlangen, um so mehr, als die Vergiftungen oft recht chronisch verlaufen.

Bei der Verwendung der Ködermittel kommt alles darauf an, den Köder so fängisch wie möglich zu gestalten. Dazu gehört in erster Linie, daß bei ihrer Zusammensetzung alles vermieden wird, was irgendwie auch nur im geringsten fraßabschreckend wirken könnte.

Darin besteht der große Vorzug der Fluorverbindungen bei der Verwendung im Insektenköder im Vergleich zu den Arsenverbindungen, daß sie viel leichter vorgenommen werden, als die letzteren und lange nicht in dem Maß fraßabschreckend wirken. Die oft behauptete geringere Giftwirkung der Fluoride läßt sich leicht durch geeignete Dosierung ausgleichen.

Bereits Jack teilte im Jahr 1918 mit, daß Natriumarsenit gegen Saateulen kein günstiges Fraßgift darstellt, weil es nur widerwillig angenommen wird und selten in solchen Mengen zur Aufnahme gelangt, daß die Tiere sterben.

Bei Versuchen mit *Agrotis segetum* zeigten Feldversuche des Verfassers 1928, daß Schweinfurtergrün, in einem Streuköder verwendet, nur etwa 70% der durch einen Fluorköder bei sonst gleicher Zusammensetzung erreichten Mortalität erreichte.

Bei der Wahl der Konzentration der Gifte kann man oft die Beobachtung machen, daß stärkere Giftkonzentrationen den Köderwert eines Mittels wesentlich beeinträchtigen. Daher muß in allen Fällen festgestellt werden, wie stark man einerseits die Giftkonzentration wählen muß, um die gewünschte Wirkung innerhalb der zulässigen Frist zu erhalten, andererseits muß man ausprobieren, bei welcher Konzentration die anlockende Wirkung des Köders nachläßt oder gar sich in eine abschreckende verwandelt.

Selbstverständlich ist die Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit sowie der genügenden Wetterfestigkeit.

Nach den Arbeiten von Stellwaag, Campbell u. a. über die Giftwirkung der Insekticide wird hier noch eine große Arbeit zu leisten sein, bis die entsprechenden Werte wenigstens für die wirtschaftlich wichtigsten Schädlinge vorliegen.

Aus dem Gesagten ergibt sich jetzt schon mit aller Deutlichkeit, daß von allgemein wirksamen und brauchbaren Köderzusammensetzungen nicht die Rede sein kann.

Dies wird aber erst ganz besonders deutlich bei der Wahl der dritten Komponente, des Duftstoffes.

Die Duftstoffe zur Insektenköderung.

Entscheidend für die Wirkung eines Köders ist sein Duft. Daher soll an dieser Stelle wenigstens soweit auf den Geruchs-, bezw. Antennensinn der Insekten eingegangen werden, als es für praktische Zwecke erforderlich ist.

Von alters her wurden dem Geruchssinn der Insekten besondere Eigenschaften beigemessen. Das ergab sich ohne weiteres aus der Beobachtung der Bienen, aus den Feststellungen über den Nestgeruch der Ameisen und Bienen, ferner aus den wundervollen Schilderungen von

Fabre über seine Versuche mit *Saturnia pyri* und *Lasiocampa quercus* und deren weiblichen Duftorganen.

Der Antennensinn der Insekten, der neben der Geruchswahrnehmung auch der Orientierung im Raum dient, wirkt einmal als Kontaktsinn, durch Betastung der zu prüfenden Stoffe, dann durch Fernwirkung.

Forel hat schon 1902 darauf aufmerksam gemacht, daß die Kontaktwahrnehmung nur bei den Insekten in Betracht kommen kann, die bewegliche Fühler haben, während die mit unbeweglichen Fühlern, wie die Fliegen, die Gerüche in der Hauptsache aus der Ferne wahrnehmen.

Gerade für die Köderbekämpfung ist aber in erster Linie wichtig zu wissen, auf welche Weise der Schädling zu seiner Fraßpflanze hinfindet, darauf wurde oben bereits hingewiesen.

Ich erinnere hier an die Schilderungen von Fabre über *Bolboceras* Gall., der die unter der Erde befindlichen *Hydrocystis arenaria* findet und verzehrt, an die Wirkung der Stinkmorchel, *Phallus impudicus*, die Aasfliegen in großen Mengen anlockt, an *Arum dracunculus*, welches auf Dermestiden und Saprinen höchst anlockend wirkt, während *Silphiden* und *Necrophorus* trotz des Aasgeruches nicht angelockt werden usw. Die letztere Beobachtung weist bereits mit aller Deutlichkeit darauf hin, daß aus bestimmten Duftmischungen nur gewisse Komponenten wirksam sind.

Daß daher Kleie als allgemeines Ködermittel, oder bei flüssigen Ködern an ihrer Stelle die Melasse, mindestens in vielen Fällen, versagen muß, oder nicht den gewünschten Erfolg bringen kann, liegt auf der Hand, zumal ja z. B. die Melasse je nach ihrer Herkunft ganz verschieden zusammengesetzt ist und nicht im entferntesten einen einheitlichen Körper darstellt. Wird an Stelle von Melasse Zuckerlösung verwendet, so hat man wenigstens den einen Vorteil, alle irgendwie gearteten Nebeneigenschaften der Melasse ausgeschaltet zu haben. Daher werden Zuckerlösungen häufig als Zusatz zu Arsenkompositionen gewählt, weil sie, besser als Melasse, die fraßabschreckende Wirkung der Arsenate mildern.

Peterson stellte 1927 interessante Untersuchungen über die Wirkung von 29 verschiedenen Melasse- und Zuckersorten an, wobei natürlicher Honig alle anderen Zuckerlösungen übertraf, und von den Melassesorten diejenigen die größte Wirkung zeigten, die einen höheren Zuckergehalt als 62% hatten.

Auch hier also wieder deutliche Unterschiede des Köderwertes je nach der Duftqualität.

Eine merkwürdige Verstärkung der Köderwirkung, die an oben Gesagtes anknüpft, stellte Feytaud 1913 bei seinen Untersuchungen über den Heu- und Sauerwurm fest.

Beim Ködern der Motten fand Feytaud, daß sich manche der aufgestellten Fallen durch eine besonders hohe Fangkraft auszeichneten. Beim Durchsehen dieser Massenfänge konnte er feststellen, daß sich in diesen Fallen neben sehr zahlreichen Männchen stets mindestens ein unbefruchtetes

Weibchen vorfand; derartige Beobachtungen ließen sich insbesondere gegen Ende der Flugzeit machen, wenn unbefruchtete Weibchen selten sind. Während z. B. in 100 Kontrollfallen am 20. Juli (1913) 69,7 % Weibchen waren, befanden sich in einer anderen Falle 54 Männchen und drei Weibchen, von denen zwei beinahe entkräftet waren, eines dagegen noch frisch und unbefruchtet.

Man kann Feytaud wohl beipflichten, wenn er meint, daß bei diesen Ausnahmefällen stets ein Weibchen, das in die Falle geraten war, einen ganzen Schwarm von Männchen hinter sich herzog, wobei einige gleichzeitig mit dem Weibchen, die anderen aber erst später durch das in der Falle befindliche Weibchen angelockt worden sind.

Collins glaubte 1927 feststellen zu können, daß durch konservierte Abdomina der Weibchen von *Laspeyresia molesta* Männchen in Köderfallen gelockt wurden.

So interessant diese Beobachtungen auch sind, müssen wir doch davon absehen, näher darauf einzugehen, da es sich in allen diesen Fällen ja nicht darum handelt, Männchen zu ködern, sondern die vor der Eiablage stehenden Weibchen.

Für die Aufgaben der Schädlingsbekämpfung gehen wir zunächst von der Voraussetzung aus, daß jedes Insekt für die innerhalb seines physiologischen Lebensablaufes ihm begegnenden Gerüche innerhalb gewisser Grenzen empfänglich ist, die durch individuelle Verschiedenheiten, Gewöhnung, besondere Eigenschaften des jeweiligen Lebensraumes enger oder weiter gezogen sein können.

Wir setzen ferner für die praktischen Arbeiten zunächst voraus, daß das Geruchsvermögen der Insekten, um die es sich in jedem einzelnen Fall handelt, dem unseren ähnlich ist. Die Berechtigung zu dieser Annahme entnehmen wir den klassischen Untersuchungen von v. Frisch über das Geruchsvermögen der Bienen, der gezeigt hat, daß die Bienen ein unserem ähnliches Geruchsvermögen haben. Geruchlose Blüten sind auch für die Bienen ohne Duft, die Bienen verwechseln, ebenso wie wir, ähnliche Gerüche, doch riechen sie aus Duftkompositionen die Einzelkomponenten besser heraus. Die Reizschwellen der Düfte sind nach v. Frisch von denen unseres Riechvermögens wenig verschieden.

Hennig fand ähnliches für die Ameisen, Hase und Wirth stellten bei Versuchen mit *Habrobracon* fest, daß das Geruchsvermögen dieser Schlupfwespe sich nicht durch eine übermäßige Feinheit vor dem unseren auszeichnet.

Wenn auch die für die Bienen gefundenen Daten zeigen, daß für sie duftlose Blüten auch für uns duftlos sind, so darf man daraus keineswegs den Schluß ziehen, daß es keine für die Insekten wahrnehmbare Düfte gibt, die für uns, wie die erwähnten Sexualdüfte der Weibchen, nicht wahrnehmbar sind. Ebenso mag es auch für uns Düfte geben, die von den Insekten nicht wahrgenommen werden.

Bei den allgemeinen Erörterungen sei noch auf die Erscheinung des Duftwechsels zahlreicher Riechstoffe hingewiesen, die ebenfalls ihre Parallelen bei den Insekten haben mögen. Es seien nur erwähnt Jonon, das konzentriert nach Zedernholz, verdünnt nach Veilchen riecht, Indol duftet konzentriert fäkalartig, und erhält seinen feinen, blumenartigen Duft erst bei starker Verdünnung, ähnlich liegen die Verhältnisse bei Moschus und Zibeth. Vinylketon reizt konzentriert zu Tränen, verdünnt duftet es anisartig, und viele andere mehr.

Auch der Geruchsumschlag vieler Körper darf nicht vergessen werden. So duftet Trimethylamin äußerst widerlich, wenn es konzentriert verwendet wird, dagegen angenehm bei starker Verdünnung, u. a. m.

Findet sich Gelegenheit, derartige Stoffe zur Köderung zu verwenden, so werden daher die Bestimmung der Reizschwellen und der Umschlagsgrenzen von großer Wichtigkeit sein.

Diese allgemeinen Hinweise, auf die Punkte, die zunächst bei der Prüfung von Stoffen zu Ködermitteln wesentlich werden können, mögen hier genügen.

Legen wir uns nun die Frage vor, welcherlei Stoffe denn nun eigentlich zu Ködermitteln verwendet werden können, so lassen sich, wie sich aus den bisherigen Ausführungen zwanglos ergibt, allgemeine Regeln kaum aufstellen, immerhin haben wir gewisse Anhaltspunkte, nach denen man sich wenigstens einigermaßen richten kann.

So wurde vom Verfasser die Beobachtung gemacht, daß am Boden lebende Insekten vielfach mit anderen Stoffen geködert werden können, als Lufttiere, es macht einen Unterschied, ob ein Insekt in seinem Imaginalzustand Blüten besucht oder nicht.

Besondere Schwierigkeiten machen naturgemäß die im Innern des Bodens lebenden Insektenlarven, wie die Drahtwürmer, die Engerlinge, u. a. Abgesehen von ihrer geringeren Beweglichkeit im Vergleich zu den übrigen, über dem Boden lebenden Formen, kommen hier als die Köderung erschwerend die rein mechanisch bedingte geringere Ausbreitungsmöglichkeit der Düfte sowie die hohe Absorption durch die Oberflächen der Bodenteilchen und die Bodenkolloide in Betracht, u. a. m.

Man sollte daher, wenn es irgend geht, die Bekämpfung von im Boden lebenden Entwicklungsstadien von Insekten auf das oberirdisch lebende Imago verlegen, zumal da wir den im Boden lebenden Schädlingen ja auch durch die gebräuchlichen Bekämpfungsverfahren nicht genügend zu Leibe rücken können.

Weitere Unterschiede können sich daraus ergeben, ob es möglich ist, einen Schädling außerhalb seiner Fraßpflanze zu ködern, oder nicht. Schon diese wenigen Hinweise genügen, um zu erkennen, daß es einen Universalköder nicht gibt, da die Anforderungen, die jeweils an die Köder gestellt werden, viel zu verschieden sind.

Ebenso wenig, wie es ein Universalbekämpfungsmittel gibt, gibt es auch einen Universalköderstoff.

Selbst bei der Verwendung eines als wirksam erkannten Stoffes gegen ein bestimmtes Insekt können aber noch weitere Schwankungen der Wirksamkeit auftreten, die bedingt sind von äußeren Umständen, wie durch die Witterung, die Windrichtung und Windstärke. Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Niederschläge, die den Dampfdruck der Duftstoffe beeinflussen; ferner sind zu nennen individuelle Unterschiede, die alle die Wirkung eines an sich brauchbaren Duftstoffes wesentlich beeinflussen können.

Im Laufe der Jahre wurde eine große Anzahl von Stoffen auf ihre Verwendbarkeit als Ködermittel untersucht, die alle aufzuzählen, zu weit führen würde, zumal in weitaus den meisten Fällen diese Versuche rein empirisch, aus der Not der Stunde heraus, angestellt wurden; nur in wenigen Fällen wurde systematisch vorgegangen. Um nur einige zu nennen, sei hingewiesen auf die Versuche von Lüstner, der 1920 Versuche anstellte mit gezuckertem Apfelwein, verdünntem, gezuckertem Essig, verdünntem Bier, Erdbeermarmelade, Hefewein, Erdbeer-, Himbeer-, Birn-, Apfel-, Aprikosen-, Kirsch-, Ananas- und Pfirsich-Äther, Önanthäther, Erdbeer- und Himbeeröl, Honigaroma und vielem anderen, ohne jedoch dabei eine besondere Wirkung auf den Traubenwickler erzielen zu können.

Peterson versuchte gegen *Laspeyresia molesta* etwa 250 verschiedene Stoffe, wie Citronellaöl, Petitgrainöl, Thymianöl weiß und rot, Pfirsichkernöl, Neroliöl, Capsikumöl, Schirlingsöl, Fichtenöl, Terpentinöl, Geranium-, Citronen-, Nelken-, Salbei-, Eukalyptus-, Pennyroyal- und Lavendelblütenöle. Ferner Essigsäure, Anthranilsäure, Harnsäure, Benzyl-, Hexyl- und Isopropylalkohol, Glycerin, Kresol, Metakresol, Salicylaldehyd, Betabromstyrol, Pyridin, Furfurol, Benzaldehyd, Toluol, Menthol, Betainhydrochlorid, Hyoscyamin, Leucin, Gummi arabicum, Frangularinde, Isobuthyl-N-Butygrat, Amylsalycylat, Limonen, Isoamylvalerianat, Isobuthylphenylacetat, usw. Ferner als einigermaßen wirksam befundene seien Terpineol, Fenchelöl, Bergamottöl, Sternanisöl, Anisöl und Fichtenöl genannt, während die zahlreichen zuerst genannten Stoffe keine anlockende Wirkung zeigten.

Interessant ist, was Peterson nicht erwähnt, daß die genannten einigermaßen wirksam befundenen Öle Anisöl, Sternanisöl und Fenchelöl den Duftstoff Anethol enthalten, während andererseits der Nachweis der Brauchbarkeit von Terpineol und Bergamottöl als Lockmittel darauf hinweist, daß gemeinsame Beziehungen zum Cassiablütenöl-Duft bestehen müssen, welches ebenfalls Anisaldehyd enthält, von dem ich nicht weiß, ob es verwendet wurde.

Daraus geht hervor, daß nur bestimmte Duftkomponenten wirksam sein können.

Von den Untersuchungen Petersons wird später noch die Rede sein müssen. Der Verfasser untersuchte die Wirksamkeit von einer großen Anzahl natürlicher und künstlicher Riechstoffe auf verschiedene Schädlinge, die in verschiedenen Fällen zeigten, daß nur bestimmte Duftqualitäten die anlockende Wirkung haben.

Dies liegt ja nahe, wenn man allein schon an die Ausbildung des Riechvermögens der monophagen Insekten denkt, wenn man sich vor Augen hält, daß viele Arten nur bestimmte, nur schwer unterscheidbare Arten von Pflanzen besiedeln, insbesondere aber auch, wenn man die erst sekundär auftretenden Schädlinge betrachtet, die, wie die Borkenkäfer zunächst nur kränkelnde Bäume mit stockendem Saftfluß befallen. Es läßt sich schwer denken, daß diese anders als durch bestimmte Duftqualitäten angelockt werden, zumal andere nur an gefälltes Holz gehen.

Die Fangbaummethode zur Bekämpfung der Borkenkäfer ist nichts als eine modifizierte Ködermethode. Ihr liegt nach Escherich „die Idee zugrunde, durch künstliche Schaffung von besonders geeignetem und zusagendem Brutmaterial die Borkenkäfer vom gesunden Material abzuziehen und so einen großen Teil des Borkenkäferheeres aus dem Wald zu extrahieren."

Besonders wichtig sind hier die Ausführungen von Sedlaczek über die Herrichtung der verschiedenen Fangbäume, die zeigt, daß durch Differenzierung der Methoden eine Auswahl auf den Fang nur bestimmter Borkenkäferarten erzielt werden kann.

Wie weit hier Duftunterschiede neben anderen Unterschieden wirksam werden, ist noch nicht untersucht, doch weist die besondere Wirkung der kränkelnden Bäume auf Duftunterschiede hin. Diesen zum Teil minutiösen Differenzen im Duft stehen die groben Ködermethoden gegenüber, die etwa zur Vernichtung von Erdraupen (*Agrotis* sp.) Kleie, Reiskleie, Baumwollsamenmehl, Citronen- und Orangensaft, Melasse, Äthylacetat, Nitrobenzol, Amylacetat, usw. verwenden, während andere wiederum jede Duftstoffzutat zum Grundstoff für überflüssig halten.

Zahlreich sind die Angaben der Köderstoffe gegen Ameisen, gegen die sich insbesondere Zucker, Fleisch, Honig, wirksam erweisen soll, während gegen Fliegen Ammoniaklösungen, Käse, Honig, gegen Schadfliegen an Pflanzen Teile derselben wirksam sein können.

Bei der Beurteilung dieser Stoffe darf man nicht außer acht lassen, daß es sich zumeist um Stoffe handelt, deren Duftkomposition von vornherein recht kompliziert ist, daß es sich um Rohstoffe wechselnder Zusammensetzung handelt, die mehr oder weniger verunreinigt sein können, daß ihr Duft, je nachdem sie frisch verwendet werden, gelagert haben, oder schon längere Zeit draußen liegen, recht verschieden ist.

Hier liegen die Hauptursachen für die oft so widerspruchsvollen Angaben, nach denen im einen Fall ein Mittel sehr gut gewirkt hat, während in einem parallelen Fall mit anscheinend derselben Köderzusammensetzung sich Mißerfolge zeigten.

Wesentlich für die Wahl eines Köderstoffes kann auch das Abhängigkeitsverhältnis des Schädlings von seiner Fraßpflanze werden. Je nachdem ein Schädling eng mit seiner Wirtspflanze verbunden lebt, und daher in einem starken Abhängigkeitsverhältnis von ihr steht, oder aber polyphag ist, ist auch der Geruchssinn verschieden differenziert, er ist um so empfindlicher und feiner, je weniger der Schädling imstande ist, sich unabhängig von seiner Wirtspflanze zu erhalten. Auf diese interessante Seite des Köderproblems näher einzugehen, würde hier zu weit führen, doch sei wenigstens mit einigen Worten auf die Zusammenhänge hingewiesen.

Es ist bekannt, daß gewisse Pflanzenfamilien, abgesehen von den für einzelne Arten charakteristischen Duftstoffen, Träger bestimmter, gewissermaßen Familienduftstoffe, sind. So sind, um nur einige zu nennen, die Coniferen reich an Pinen, die Lauraceen an Zimtaldehyd, die Labiaten an Carvacrol und Thymol, die Cruciferen an Senföl. Andererseits werden gewisse Pflanzengruppen besonders lebhaft von den Angehörigen bestimmter Insektengruppen beflogen, so bezeichnet der Sammler die Umbelliferen als Spannerblüten, ebenso werden die Euphorbien und die Schneebeere gerne von Spannern beflogen, während die letztere, neben dem Rittersporn auch von den Noctuiden gern aufgesucht wird. Die Schwärmer hinwiederum finden sich besonders gerne an *Saponaria*, *Lychnis*, der Karde, und dem Geißblatt ein (Aue 1926).

Manche Schmetterlinge bevorzugen salzige Stoffe, so gewisse Satyriden, und Nymphalien den Schweiß von Menschen und Tieren. Die Apaturaarten gehen gerne an für uns übelriechende Stoffe, wie Exkremente, Käse, u. dgl.

Daß es sich ähnlich bei den Dipteren verhält, braucht weiter keiner Auseinandersetzung, es mag der Hinweis auf die Pflanzen bewohnenden Fliegenarten, Kohlfliegen, Zwiebelfliegen, Spargelfliegen, genügen, denen andererseits die blutsaugenden Arten gegenüberstehen.

Es darf hier vielleicht nur noch angedeutet werden, daß solche Insektenfamilien, die, wie die Silphiden, Arten mit teils animalischer, teils vegetabiler Nahrung in sich vereinen, unser Interesse nicht nur deshalb verdienen, weil sie immer wieder einzelne Arten in die Reihe der Schädlinge abgeben können, sondern weil es unter Umständen gelingen kann, sich dieser Erscheinung zur Herstellung von Köderstoffen zu bedienen.

Unter Umständen können also nicht allein die Artzugehörigkeit, sondern die der Familie eigentümlichen biologischen Eigenschaften zur Herstellung von Ködern herangezogen werden.

Eine besondere Modifikation der Köderverfahren stellt die Verwendung von Teilen der Fraßpflanzen zu Köderzwecken dar.

Diese Art der Bekämpfung hat stellenweise recht bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen, in vielen Fällen leistet sie jedoch nicht das, was man ursprünglich von ihnen erwartet hat.

Zu den letzteren zählt die Bekämpfung der Drahtwürmer durch ausgelegte Rüben- bezw. Kartoffelstückchen, zu den wirksameren die neuerdings von Kästner ausgearbeitete Methode der Bekämpfung der Zwiebelfliege durch halbierte Zwiebeln.

Zu dieser Art von Ködermethoden gehört auch die Bekämpfung des *Hylobius abietis* durch Fangrinden und Fangkloben, die teilweise modifiziert wurde durch Bestreichen der ausgelegten Rindenstücke mit Terpentinöl oder Bedecken mit frischen Kiefernzweigen.

Durch derartige Ködermethoden wird der schon vorher auf den bedrohten Flächen vorhandene, anlockende Duft verstärkt, nicht aber in wirksamer Weise verändert, daher stellen sie im strengsten Sinne nur eine Modifikation der gewöhnlichen Giftverfahren vor.

Die beobachtete gute Wirkung dieser Methoden ist, vorausgesetzt, daß die verwendeten Pflanzenteile nur mit dem Giftstoff, nicht mit weiteren Zusätzen versehen sind, auf folgendes zurückzuführen:

Durch das Auslegen derartiger Köder wird die dem Schädling zur Verfügung stehende Nahrungsmenge, oder die Zahl der Möglichkeiten zur Eiablage plötzlich vermehrt. Daher verteilen sich die Insekten von den Fraßpflanzen auch auf die Köder, die sich nur dadurch von den Fraßpflanzen unterscheiden, daß sie vergiftet sind.

Daher läßt sich in allen diesen Fällen die Wirkung dieser Art von Ködern bis zu einem gewissen Grad rechnerisch vorher bestimmen.

Sind die ausgelegten Pflanzenteile aber leicht Zersetzungsprozessen unterworfen, wie halbierte Kartoffeln oder Rübenblätter, oder trocknen sie rasch aus, wie die Fangrinden, so muß sich die Wirkung derartiger Köder nach kurzer Zeit verändern, bezw. verschlechtern.

Aus der Veränderung der Wirkung dieser Art von Ködern geht aber wiederum deutlich hervor, daß es in den meisten Fällen nur ganz bestimmte Duftkomponenten sind, die die anlockende Wirkung haben.

Jedenfalls aber kann man bei der Verwendung von Teilen der bedrohten Wirtspflanze keine besondere Köderwirkung erwarten.

Bei meinen Versuchen zur Bekämpfung des Maiszünslers *Pyrausta nubilalis*, hatte ich, wie das schon verschiedentlich versucht wurde, auch geplant, die Weibchen des Falters vor der Eiablage auf dem Maisfeld zu ködern.

Obwohl die Versuche hierüber noch nicht abgeschlossen sind, möchte ich in diesem Zusammenhang noch kurz auf einige der dabei gemachten Beobachtungen hinweisen.

Die Maiszünsler erscheinen in Baden in der letzten Juniwoche, aus den Puppen, deren Larven in den untersten Teilen der Maisstengel, in den Stoppeln überwintert haben; die Falter verbreiten sich daher aus den

vorjährigen Stoppeln auf die Maisfelder; auf einem Gerstenschlag des Lehr- und Versuchsgutes der Bad. Landw.-Kammer in Rastatt, auf dem 1929 Mais gestanden hatte, konnten die ausschlüpfenden Falter, die sich noch in der Gerste aufhielten, gut auf ihrem Überflug auf das benachbarte Maisfeld beobachtet werden.

So bot sich innerhalb des Gerstenfeldes die beste Gelegenheit, die Wirkung einer Anzahl von Stoffen als Ködermittel zu versuchen. Über die Wirkung der Duftstoffe wie Acetophenenon, Äthylacetat, Äthylsalicylat, Allylsenföl, Amylacetat, Anethol, Benzaldehyd, Benzoesäuremethylester, Bergamottöl, Bittermandelöl, Borneol, Bromstryol, Buttersäure, Dipenten, Essigsäureamylester, Eucalyptusöl, Eugenol, Geraniol, Kresoläthyläther, Menthol, Menthylisovalerianat, Neroliöl, Salicylsäuremethylester, Skatol kann nur mitgeteilt werden, daß keiner von ihnen eine brauchbare Köderwirkung entfaltete. Über diese Versuche wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Als Vorversuche, von denen hier nur die Rede sein soll, prüfte ich, ob sich eine anlockende Wirkung der männlichen Blüte, oder einer Herstellung aus derselben feststellen ließe.

Dazu wurden innerhalb des Gerstenfeldes während der Flugzeit abends eine Anzahl der am weitesten entwickelten, blühenden Pflanzen aufgestellt, um zu beobachten, ob sie von den Faltern angeflogen würden; bei diesen Versuchen muß allerdings berücksichtigt werden, daß im allgemeinen weitgestellte Maispflanzen weniger befallen werden, als enggestellte.

Eine besondere Wirkung der aufgestellten Pflanzen war jedoch in keinem Fall zu beobachten. Ebenso wenig wurden gleichzeitig aufgestellte Behälter mit vorjährigen Maisstaubbeuteln oder mit Extrakten aus denselben angenommen. Während der Versuchstage wehten leichte Winde von dem benachbarten Maisfeld gegen das Gerstenfeld.

Die auffliegenden Falter wandten sich ohne Ausnahme alle, ohne die Köder zu berücksichtigen, nach dem nahen Maisfeld.

Damit ist der Beweis erbracht, daß zum mindesten die männlichen Blüten zu Köderzwecken nicht verwendbar sind. Im laufenden Jahr werden neben einer größeren Zahl anderer Duftstoffe insbesondere auch weibliche Blüten auf ihre anlockende Wirkung untersucht werden.

Jedenfalls aber zeigen die Versuche, und darum wurden sie hier kurz mitgeteilt, wie schwer es sein kann, Köderstoffe aus der Fraßpflanze in unmittelbarer Nähe eines Feldes dieser Pflanze auszuprobieren.

Werden die Falter des Zünslers überhaupt durch den Duft zu den Maisfeldern getrieben, so müssen es also ganz spezifische Stoffe sein, die diese Wirkung haben, und sie müssen für den Zünsler verlockender duften, als die nach Honig duftenden männlichen Blüten.

Hier sind die Schwierigkeiten zu erwähnen, die beim Versuch der Köderung von Schadinsekten an blühenden Obstbäumen, oder kurz nach deren Blüte, bestehen; diese sind schon deshalb besonders groß, weil hier

stark duftende Blüten auf einen kleinen Raum konzentriert sind, deren Duftkomposition infolge der zahlreichen Einzeldüfte auf so viele Insekten anlockend wirkt. Werden die Schädlinge durch bestimmte Düfte der befruchteten, sterbenden Blüte oder den vergrößerten Fruchtknoten zu ihnen hingelockt? Welches sind die spezifischen Düfte, die auf diese Schädlinge wirken? Wie verhalten sich die Bienen zu ihnen?

Bevor diese Grundfragen nicht bearbeitet sind, wird man keinen vollen Erfolg mit Ködermitteln gegen Obstbaumschädlinge erzielen können.

Von den Versuchen zur Köderung der Spargelfliege wurde schon gesprochen und ebenfalls gezeigt, daß es bisher nicht gelungen ist, besonders anlockende Wirkungen von Spargelextrakten, Asparagin, usw. auf *Platyparaea poeciloptera* festzustellen.

Eine besondere Modifikation der Köder stellen die Gärköder dar. Gärende Flüssigkeiten entfalten auf die verschiedensten Insekten eine besondere Anziehungskraft; ausfließende Baumsäfte, die von zahlreichen Käfern und Schmetterlingen aufgesucht werden, sind infolge ihres Zuckergehaltes immer in Gärung begriffen.

Sie gaben daher auch die Veranlassung zur Herstellung besonderer Gärköder. Manche amerikanischen Vorschriften zur Herstellung von Ködermischungen setzen daher denselben noch Hefe zu, um so eine sichere Gärung und somit eine erhöhte Fangkraft zu gewährleisten.

Die so besonders auffällige Fangkraft der gärenden Flüssigkeiten hat mehrere Ursachen.

Zunächst bilden sich ja bei der Gärung neben dem Alkohol je nach der Zuckerart und den biologischen Eigenschaften der vorhandenen Hefen verschiedene Duftstoffe, Alkohole, Äther und Ester, deren Menge und Zusammensetzung mit der fortschreitenden Gärung sich ändert.

Die in gärenden Flüssigkeiten aufsteigende Kohlensäure verursacht infolge der erhöhten Bewegung der angrenzenden Luftteilchen, daß die gärenden Flüssigkeiten stärker duften als nicht gärende gleicher Zusammensetzung.

Mit dem Fortschreiten der Gärung und den sich daraus ergebenden Änderungen der Zusammensetzung des Duftes sind Veränderungen der Fangkraft der Köder verbunden.

Frost und Dietrich unterscheiden 1929 bei der Wirkung gährender Ködermittel auf Coleopteren 3 Perioden, eine kurze, ein bis zwei Tage dauernde alkoholische Gärungsperiode, auf welche eine etwa 3 bis 4 Wochen dauernde Periode der Essiggärung folgt. An diese schließt sich eine Periode der Zersetzung und Fäulnis der Köder an.

Zur Zeit der alkoholischen Gärung und während der ersten Hälfte der Periode der Essiggärung fanden sich an den Ködern solche *Nitiduliden* und Lamellicornier ein, die Blüten besuchen, während in der letzten Periode der Fäulnis Silphiden und verschiedene Lamellicornier gefunden wurden. Infolge der verschiedenen Wirkung der Gärungsköder während

der einzelnen Perioden kommt es daher nach Frost und Dietrich darauf an, die Periode der günstigsten Gärung nach Möglichkeit zu verlängern, denn diese ergibt die günstigsten Fangresultate. Bei Melasseködern erfolgt die Gärung zu stürmisch, daher ist bei ihnen die Zeit der maximalen Anlockung zu kurz. Langsam vergärende Flüssigkeiten sind daher vorzuziehen.

Vergleichende Untersuchungen über die verschiedene Wirkung von Gärködern bei der Verwendung von verschiedenen Hefen, die weitere interessante Feststellungen erwarten lassen, scheinen noch nicht angestellt zu sein. Es ist sehr wahrscheinlich, daß man dann noch auf weitere Unterschiede in der Wirkung der Gärköder auf einzelne Insekten stoßen wird, die sich dann vielleicht auch für die Bekämpfung des einen oder anderen Schädlings auswerten lassen.

Damit mögen die Hinweise über die Zusammensetzung der Köder abgeschlossen werden. Eine zusammenfassende Darstellung des gesamten Fragenkomplexes wird an anderer Stelle erfolgen.

Die eingehenderen Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß in vielen Fällen nur spezifische Düfte als Lockmittel wirksam sind, die mit der Biologie der Schädlinge im innigsten Zusammenhang stehen.

Allgemeine Hinweise zum Köderverfahren.

Entsprechend den bisherigen Ausführungen soll im folgenden kurz auf die Punkte hingewiesen werden, die bei der Ausarbeitung von Köderverfahren beachtenswert erscheinen.

Zwischen den gewöhnlichen Bekämpfungsverfahren durch Fraß und Atemgifte und den Köderverfahren bestehen wesentliche Unterschiede. Die ersteren beschränken sich im wesentlichen auf die Feststellung der Zugänglichkeit der einzelnen Entwicklungsstadien für die Bekämpfung, die Festlegung des Giftes und seiner Konzentration, die Fixierung von Ort und Zeit der Bekämpfung sowie die Ausarbeitung der Unschädlichkeit der Verfahren für die Pflanzen.

Zu diesen Aufgaben gesellt sich bei der Köderbekämpfung die Untersuchung bestimmter Sinnesfunktionen der Schädlinge nach praktischen Gesichtspunkten sowie die Beeinflussung gewisser Instinkte, insbesondere des Nahrungs- und Fortpflanzungsinstinktes, demnach erfordert die Köderbekämpfung ein noch innigeres Eingehen auf die Biologie der Schädlinge als die gewöhnlichen Bekämpfungsverfahren.

Die Einbeziehung der Instinkte zeigt, daß auch psychologische Faktoren berücksichtigt werden müssen.

Da der Köder auf den Schädling einen Reiz ausüben soll, wird die Stärke dieses Reizes untersucht, im Laboratorium unter Ausschaltung aller anderen störenden Reize und im Feldversuch, bei welchem die Reiz-

wirkung in Wettbewerb mit allen anderen, auf den Schädling wirkenden Faktoren tritt.

Daraus ergibt sich für die Köderbekämpfung die Forderung der Beobachtung der Gewohnheiten des Schädlings in der Freiheit und in der Gefangenschaft. Bei den Feldbeobachtungen wird zunächst die Entscheidung zu treffen sein, welches Entwicklungsstadium der Köderbekämpfung am leichtesten zugänglich ist, ob das Imago vor der Eiablage geködert werden kann, oder ob es leichter und wirtschaftlicher ist, die Larven zu ködern.

Dabei spielt der Zeitfaktor eine große Rolle, da die Köderung der Weibchen als vorbeugende Maßnahme in vielen Fällen eine raschere und intensivere Köderwirkung erfordert, als die Köderung der Larven.

Wesentlich ist die Beobachtung des Verhältnisses des Schädlings zur Wirtspflanze, ob dieselbe zeitweise verlassen wird, oder nicht, auf welche Weise das Insekt zu ihr hinfindet, sein Verhalten bei Nacht und unter dem Einfluß der verschiedenen Witterungsbedingungen.

Für den Laboratoriumsversuch ist bei der Ausarbeitung von Duftködern die Kenntnis der Reaktionen des Schädlings auf die Qualität und die Quantität der Duftstoffe notwendig, die sich in Lageveränderungen der Fühler, Bewegungen der Mundwerkzeuge und Flügel, Putzbewegungen, Ortswechsel, Sekretion von Säften, Darmentleerungen, Nahrungsaufnahme, Exzitations- und Lähmungserscheinungen bemerkbar machen können.

Ferner wird die Festlegung von Geruchsschwellen und etwaiger Umschlagsgrenzen notwendig werden.

Rein technisch wird die Verwertbarkeit von Roh- und Ersatzstoffen wichtig, die Menge und Beweglichkeit der einzelnen, zu ködernden Entwicklungsstadien da sie, zusammen mit der Zahl, dem Umfang und der Pflanzweite der Kulturen die Grundlagen für die erforderlichen Ködermengen pro Flächeneinheit ergibt. Für die endgültige Zusammensetzung eines Ködermittels ist die richtige Auswahl und das richtige Mengenverhältnis von Grundstoff, Giftstoff und Duftstoff maßgebend und für die Wirkung entscheidend, bei spezieller Anpassung der Komponenten an den Schädling.

Sind so die Köderverfahren viel inniger mit der Biologie der Schädlinge verbunden, als die anderen Bekämpfungsverfahren, so ergibt sich schon allein daraus, daß gute Köderverfahren den anderen Bekämpfungsverfahren überlegen sein müssen.

Von einem weiteren Ausbau der Köderverfahren, die, wie die zum Teil noch so rohen Methoden beweisen, erst am Beginn der Entwicklung stehen, sind daher noch manche Erfolge der Schädlingsbekämpfung zu erwarten, insbesondere bei solchen Insekten, die allen anderen Methoden bisher getrotzt haben.

Literatur.

Die äußerst umfangreiche Literatur über Köderung wurde hier nur insoweit angeführt, als sie benutzt wurde. Die genaue Zusammenstellung folgt bei der zusammenfassenden Darstellung.

Aue, A. U. E., Handbuch für den praktischen Entomologen. Frankfurt 1928.
Cohn, Georg, Die Riechstoffe. Braunschweig 1924.
Davis, J. J., und Turner, C. F., Popular and practical Entomology, Experiments with baits. Can. Entom. London, Ont. 1918.*)
Escherich, K., Forstinsekten Bd. 1 u. 2.
Fabre, J. H., Souvenirs Entomologiques.
Forel, J. H., Sinnesleben der Insekten. München 1910.
— — Die Eigentümlichkeiten des Geruchssinns bei den Insekten. Verh. Intern. Zool. Kongr. Berlin 1901.
Fränkel, S., Die Arzneimittelsynthese. Berlin 1921.
Frisch, v., Über den Geruchssinn der Bienen. Verh. K. K. Zool. bot. Ges. Wien 1918.
— — Vergleichende Physiologie des Geruchs- und Geschmackssinnes. Handb. d. norm. u. path. Physiol. 1926.
Frost und Dietrich, Coleoptera taken from bait traps. Ann. Ent. soc. Amer. Bd. 22, 1929.
Hase, A., Aufgaben und Einrichtungen des Laboratoriums für physiologische Zoologie aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem nebst Beschreibung einiger neuer, daselbst gebauter Apparate. Zool. Anzeiger S. 172 bis 175, 1901.
Henning, H., Künstliche Geruchsfährte und Reaktionsstruktur der Ameise. Zeitschr. f. Physiol. Bd. 74, 1916.
— — Der Geruch, ein Handbuch. Leipzig 1924.
Hofmann, F. B., und Kohlrausch, A., Bestimmung von Geruchsschwellen. Biochem. Zeitschr. 1925.
Jack, R. W., Cutworms. Rhod. Agr. Ill. Salisbury 1918.*)
Kästner, A., Untersuchungen zur Lebensweise und Bekämpfung der Zwiebelfliege. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 39, 1929.
Lampert, Großschmetterlinge und Raupen Mitteleuropas. Eßlingen 1907.
Spuler, A., Codling Moth Traps. Wash. Exp. Stat. Bull. 214.*)
Sprengel, L., Versuche zur Rationalisierung der Heu- und Sauerwurmbekämpfung im pfälzischen Weinbau. — „Der Deutsche Weinbau", 1927, Weinbaukonkreßnummer.
Sprengel, L., Die Beobachtung des Mottenfluges und ihre Bedeutung für die Bekämpfung des Traubenwicklers. — „Der Deutsche Weinbau" 1931.
Stellwaag F., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin 1928.

Anm.: Die mit *) versehenen Arbeiten sind mir durch die Referate in der R. A. E. bekannt.

Autorenregister.

A.

Abbot 555.
Abderhalden 214.
Adowa u. Sebenzow 407, 412, 417.
Aigner 461.
Ainslie 268.
Aldrich 354, 358.
Aldrich and Webber 256.
Alfieri 692, 697.
Andres 691.
Anonym 357.
Anteos 557, 566.
Appel 439.
Arion 523, 528.
Aschner 195.
Ashmead 588.
Aue 743.
Aulmann 696.

B.

Back 277.
Bacot 458.
Bacot and Martin 458.
Baer 436.
Baird 268.
Baker 249, 250, 256.
Baldner 436.
Barber u. Komp. 405, 417.
Barbey 71, 111.
Barnes 582.
Baranow 355, 357, 358.
Baskina u. Friedmann 189, 191.
Bassermann-Jordan 430.
Baur 554, 555, 566.
Becker 673.
Beißner 218.
Beißner-Fitschen 217.
Beklemishev u. Metrofanova 406, 417.
Belanowsky 203.
Benecke 289, 293.
Berwig 4, 19, 22, 55, 543, 558, 560, 566, 701, 724.
Bertelsmann 590, 612.
Bezzi 673.
Bickhardt 694.
Birjukoff 407, 417.
Biró 582, 585, 586, 587, 588, 589.
Blatchley 244.
Blunck 215, 432, 528, 564, 566, 582.
Bodemeyer v. 216.
Bodenheimer 55, 212, 213, 215, 432, 444, 458, 459, 460, 492, 515, 520, 528, 531, 535, 536, 538, 540, 557, 559, 566, 652, 696.
Börner 277, 311.
Boveri 426, 433, 437.
B. R. A. 356.
Braatz 590.
Brammanis 627, 629, 630, 633.
Brauer u. Bergenstamm 257.
Breithaupt 582.
Bremer 55, 354, 358, 432, 443, 444, 445, 456, 459, 566.
Bremer u. Langenbuch 420.
Brick 592, 612.
Brindley 119.
Britton 268.
Brückner 551, 561, 563, 566.
Buchmann 404.
Buchner 193.
Bütschli 426, 434.
Busse 217.
Butovitch v. 201, 633.
Buxton u. Hopkins 406, 417.

C.

Caesar 248, 249, 250.
Cameron 397.
Campbell 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 129, 704, 723, 731.
Campbell u. Filmer 120.
Campbell-Stellwaag 130, 703, 711, 721.
Carpenter 355, 358.
Carter 564, 566.
Chapman 443.
Chappuis 214.
Chatanay 518.
Chrzanowski 152.
Clainpanain 694, 696.
Clayton 355, 358.
Cleveland 193.
Cohn 743.
Cole and Lovett 256.
Collin 674.
Collins 733.
Conrad 5, 19, 55.
Cook 455, 458, 572, 699.
Cooke 319.
Cook u. Mc. Indoo 118, 713, 716, 718, 724.
Coquillett 256, 257.
Cresson 270.
Criddle 268, 270.
Crozier 114.
Cryger u. Körting 358, 359.
Curran 244, 248, 250, 257.
Cushmann 244, 261, 268, 269, 270.
Cyrus 267.

D.

Dahl 421.
Dahl u. Bischoff 421.
Dallas 248.
Dalla Torre 267.
Davidson 277.
Davis 270.
Davis u. Turner 729, 743.
Defant 554, 556, 566.
De Geer 672, 690.
De Gryse 219, 239.
De Yong 355, 359, 567.
Desvoidy 248.
Devrient 114.
Dickel 152.
Dimmock 267.
Dingler 654.
Dobrowljanski 355, 359.

Douglass 557, 562, 566.
Dressel 216.
Droste 554, 566.
Du Porte 268.
Dwight Pierce 454.

E.

Eckstein, F. 56, 680, 690, 726.
Eckstein, K. 29, 56, 74, 75, 76, 111, 439, 543, 628.
Eckstein u. Butevitsch 615.
Eidmann 57, 62, 75, 82, 92, 111, 537, 561, 563, 566.
Elek Bela 133.
Elton 551, 555, 557, 566.
Endemann 589.
Enderlein 175, 182.
Escherich, G. 427.
Escherich, K. 2, 3, 50, 56, 58, 82, 198, 362, 418, 423, 459, 460, 487, 520, 528, 531, 536, 543, 546, 566, 639, 640, 654, 680, 690, 736, 743.
Escherich u. Baer 76, 111.
Escherich u. Eidmann 111.
Escherich u. Kathariner 435.
Essig 255, 256.

F.

Fabre 732, 743.
Faes 523, 528.
Faes u. Staehelin 528.
Felt 248.
Fernald 270.
Ferrière 582, 586.
Feytaud 523, 528, 732, 733.
Fiels u. Elliot 718, 724.
Fischer 660.
Fiske 267, 270.
Fitschen 218.
Fletcher 270.
Floroff 201.
Forel 426, 728, 732, 743.
Fracker 219, 237, 270.
Fränkel 743.
Franklin 255.
Franssen 197.
Frickhinger 173, 174.
Friederichs 56, 214, 459, 460, 511, 528, 531, 536, 542, 551, 554, 555, 557, 559, 566, 568, 575.
Frings 82, 92, 111.
Frisch 733, 743.
Fritz 566.
Frost u. Dietrich 740, 741, 743.
Fryer 355, 356, 357, 359.
Fürst 217.
Fuess 333.
Fuhr u. Kissel 523.
Fulmek 152, 673, 674, 675, 678, 679, 690.

G.

Gahan 244.
Galloway 319.
Geiger 56, 213, 468, 477, 509, 528.
Gemmill 355, 358, 359.
Gericke 56.
Gerlach 464.
Gibson 270.
Gill 268, 458.
Gimmler 193.
Goernitz-Voelkel 129.
Goetsch 193.
Golovjanko 202, 203.
Gorham 257.
Gossard 267.
Gram 355.
Gram u. Rostrup 359.
Gray 724.
Greene 248, 249, 250, 255, 256, 257.
Greese 627, 629, 630, 633.
Grohmann 437, 654, 657, 667, 670, 680, 682.
Gussew 202.

H.

Haber 429.
Haffner 193.
Hahn 566.
Haliday 672, 690.
Hamlyn-Harris 406, 407, 417.
Hann v. 555, 563, 567.
Hardy 673, 690.
Harold 406, 417.
Hart 246, 248.
Hartig 56, 602, 612.
Hase 56, 264, 743.
Hasemann 268.
Hasemann u. Buck 118.
Hase u. Wirth 733.
Hausendorf 33.
Hawley 248, 249, 250, 257, 268.
Headlee 511, 529.
Hecker 608, 612.
Hedlund 356, 357, 358, 359.
Heinrich 377, 397.
Hellmann 555, 567.
Hendel 673.
Henning 475, 733, 743.
Henze 535, 536.
Herrick 268.
Herrick and Leibey 268.
Herschel 556.
Hertwig 433.
Heß-Beck 654.
Heß, N. 133, 141, 579.
Hewitt 557, 567.
Heyden v. 425, 437.
Hitchings 267, 270.
Hoch 215.
Hofmann, O. 424, 433.
Hofmann u. Kohlrausch 743.
Hollmann u. Defaut 556.
Hollrung 319.
Howard 421, 428, 434, 439.
Howard and Chittenden 268.
Howard u. Fiske 255, 256, 268, 270.
Humphreys 555, 567.
Hutchinson 499.
Hyslop 255, 256.

I.

Iljinsky 203.
Iseli 270.

J.

Jack 743.
Jancke 276.
Janisch 120, 432, 532, 567.
Jaroslawzew 355, 359.
Jaschke 195.
Jegen 529.
Jördens 71.
Johannsen 268.
Johannson 567.
Johnson 250, 256, 257, 265.
Johnson u. Hammer 268, 270.
Johnston 268.
Judeich-Nitsche 18, 19, 24, 361, 363.
Jungner 356, 359.
Jurkansky 203.

K.

Kadoschnikoff 203.
Kästner 738, 743.
Kalandadze 56, 431.
Kaltenbach 188, 672.
Kanitz 567.
Karsch 692, 695.
Kassessinoff 691.
Kathariner 435.
K. E. 197, 198, 200, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 422.
Keilin 676, 683, 684, 686, 687, 690.
Kennel v. 420.
Kertesz 673.
Kieffer 586.
Kirkland 246, 247.
Klebahn 217, 218.
Klein 655.

Kleine 356, 359.
Klingmann 529.
Klingmann, Stellwaag u. Sprengel 529.
Knoche 56.
Koch 193.
Koebele 215.
König 5, 19, 56.
Köppen 554, 567.
Körting 154, 156.
Kohlrausch 342.
Komárek u. Breindel 429.
Konakoff 203.
Konakaw u. Onissimowa 189, 191.
Kopp 152.
Kostenko 203.
Kreiter 355, 359.
Krenn 466.
Krüger 344.
Krutzsch 437.
Kryger 184.
Kuhn 2.
Kuhnt 629, 633.
Künckel d'Herculais 681.
Küster 311.
Kuppelwieser 462.
Kurdjumow 355, 357, 359, 588.
Kusnezov 204.

L.

Lacon 571.
Lampert 743.
Lamprecht 7.
Lang 628.
Lange 546.
Lebedev 628, 629, 630.
Lebedev u. Savenkov 99, 111, 533, 536, 633.
Leconte 267.
Lederer 71, 111.
Lehner u. Berwig 19, 21, 42, 56.
Leibbrand 118.
Lenzinger 529.
Lesne 692, 694, 695.
Leukard 433.
Lezkava 204.
Lind 357.
Lind, Rostrup u. Kolpin Ravn 359.
Lintner 267.
Lipp 655.
Liznar 562, 567.
Lochhead 268.
Lockyer 562, 567.
Lodge 504.
Löw 179, 181, 188.
Löwe 113, 114.
Lokscha 152
Lovett 256, 724.
Lovett u. Robinson 724.
Lucas 696.
Lühe 437.
Lüstner 523, 735.
Lundbeck 681, 683, 690.
Lundblad 188, 355, 359.
Lutz 159.
Luyken 218.

M.

Maas 437.
Macquart 257.
Malchow 185.
Mamajeff 204
Marchal 359, 523, 529.
Mark 417.
Markus, E. 214.
Marshall 674
Martini 174, 192, 404, 409, 432, 440, 445, 446, 448, 458, 459, 535, 536, 539.
Mc. Dougall 355.
Mc. Gregor 407, 417.
Mc. Indoo 699.
Mecking 554, 567.
Meigen 257.
Meisenheimer 94, 112.
Meißner 195.
Mell 371.
Mell u. Heinrich 371.
Merck 409, 717,
Meyer, E 1.
Michaelis 409, 411.
Mielke 567.
Miestinger 529.
Mijajima 429.
Miller 718, 724.
Miszynski 152.
Mizerowa 355, 357, 359.
Möller-Arnold u. Feichtinger 135.
Mokrzecki 196, 197.
Morishita 406, 412, 417.
Moritz 320, 321, 323, 325, 326, 328, 332, 333, 342, 343.
Morley 268.
Morrill 246, 248.
Mowzen 277.
Müller 39, 56.
Muller, A. 277, 278, 316, 317, 318.
Müller, K. 357, 359.

N.

Nihat Schewket Bey 175.
Nikitinshii 406, 417.
Nikolaus 655.
Nitsche 362.
Norr 2, 31.
Nowicki 152.
Nüßlin 362, 363, 427, 433, 434, 437.
Nüßlin-Rhumbler 70, 82, 112, 362, 590, 607, 609, 612.

O.

Ozols 175, 178, 180, 181, 184, 188.

P.

Packard 267.
Parfentjev u. Devrient 724,
Parshley 244.
Parventjev 114. 718.
Patch 267, 270.
Pawlowsky 214.
Peet u. Grady 724.
Pesnjatchewsky 355, 360.
Pespjeloff 629, 633.
Petersen 100, 101 112.
Peterson 732, 735, 736.
Petherbridge 355, 359.
Pettit 270.
Peus 404, 417.
Peyerimhoff 697.
Pfeiffer 195.
Picard 523.
Pierce 215, 454, 455, 458, 567.
Pierantoni 195, 196.
Pjatnitzky 204.
Pliginsky 190, 191, 205.
Poeteren van 355, 360.
Poloshentzeff 205.
Polubojarinoff 205.
Portier 196
Pospeloff 206.
Prell 361, 365, 642, 644.
Prell u. Zwölfer 429.
Pringsheim 193, 551, 552, 553, 556, 567.
Prosoroff 207.
Provancher 267.
Przibram 215.
Pusted u. Sell 705, 724.

Q.

Quaintance 268, 270.

R.

Rangnow 578.
Ratzeburg 18, 19, 56, 70, 71, 112, 209, 429, 540, 673, 690.
Raven 357.
Reh 188, 418, 429, 585, 590, 612
Reitter 425, 437.
Reuter 181, 188, 244, 248.

Rhumbler 437, 590, 612.
Richmart 216.
Richter 612.
Riedel 344.
Riehn 707, 724.
Ries 195.
Riggert 160.
Riley 267, 681.
Rimsky-Korsakoff 202, 208.
Ritter 319, 543, 567.
Ritzema Bos 355, 360.
Robineau 248.
Robinson 718, 724.
Robinson u. Tartar 718, 724
Robinson u. Yates 724.
Röhrig 19, 56.
Rosch 86, 112.
Rohlf 692.
Raman 582.
Rostrup 175, 178, 179, 181, 184, 188, 357, 360.
Rostrup-Thomsen 354, 356, 420.
Rudnew 208.
Rudnew u. Parchomenko 209.
Russel 406, 417.
Ruszkowski 152, 355, 360.
Ruth 718.
Ruth u. Kelley 725.
Rutner 461.

S.

Saborowsky u. Solwjoff 209.
Sachtleben 12, 18, 19, 22, 24, 25, 29, 33, 56, 58, 76, 112, 217, 218, 357, 360, 543, 562, 567.
Sackmüller 523.
Sahling 344, 353.
Sailer 127, 511.
Sanders 725.
Sanderson 268.
Sanders u. Brittain 718, 725.
Sanders u. Kelsall 718, 725.
Savenkov 629, 630.
Say 267.
Scharff 406, 417.
Schaudinn 195
Schedl 219, 255.
Scheidter 629, 633.
Schewyrew 203.
Schimitschek 460, 461, 485.
Schiner 257.
Schischkin 629, 633.
Schischoff 210
Schlumberger 216.
Schmid, A., 425, 433.
Schmidt, W., 461, 462, 472, 489, 490.
Schmitz 680, 681.
Schnauer 354, 355, 356, 360.
Schneider 69, 85, 86, 112.
Schneider-Orelli u. Leuzinger 523.
Schoene 267.
Schott 523.
Schotte 2.
Schüke 636.
Schütz 655.
Schuster 562, 567.
Schwabe 551.
Schwangart 523.
Schwerdtfeger 25, 50, 56, 543, 561.
Scott u. Stegler 725.
Scudder 245.
Seamans 567.
Sedlaczek 736.
Seifert 193.
Seitner 460, 465, 482, 487.
Selser 671.
Semper 433.
Severin 558, 567.
Shelford 215, 458, 459, 567.
Sherman 248, 249.
Sig Thor 421.
Simroth 557, 567.
Slingerland 319.
Smith 267, 319.
Smorodinzew, Adowa u. Ravitsch-Scht-cherbo 417.
Sokanowsky 210.
Sonntag 510.
Sopotzko 355, 360.
Sorauer 585.
Spessivtseff u. Wichmann 362.
Speyer 571, 705, 725.
Spiegel v. 647.
Sprengel 62, 68, 70, 76, 86, 112, 505, 524, 529, 701, 725, 743.
Spuler 730, 743.
Stähler 185.
Stantschinsky 189.
Stark, N. 211.
Stark, V. 211.
Staudinger 344, 346.
Staudinger u. Harder 346, 353.
Staudinger u. Ruzicka 353.
Stautz 604, 612.
Stearus 268.
Stein 673.
Steiner 580.
Stellwaag 113, 118, 423, 430, 432, 440, 442, 458, 507, 511, 517, 518, 521, 523, 524, 529, 530, 531, 536, 698, 725, 731, 743.
Stigler 474.
Störmer u. Kleine 152.
Stranak 153.
Sudeikin 355, 360.
Sulc 182, 188.
Swenk 267.

T.

Tartar u. Wilson 725.
Tattersfield 703.
Tattersfield u. Morris 725.
Tedin 355, 360.
Tehou 456.
Telenga 211.
Teubner 191.
Thiem 278, 323.
Thiem u. Kalandadze 319.
Thienemann 575.
Thompson 452, 458.
Thomsom 588.
Thotill 255.
Titschack 162, 163, 174, 710, 725.
Titschack u. Zacher 162.
Townsend 248, 249, 250, 256.
Trägårdh 672, 680, 681, 686, 690.
Trappmann 342, 531, 536.
Tubeuf v. 43.
Tullgren 355, 360.

U.

Uhler 248.
Uvarov 56, 460, 485, 530, 559, 567.
Uzel 183.

V.

Van Duzee 248.
Vargas 193.
Vayssière 213.
Verhoeff 435.
Viereck 268, 270.
Vietinghoff v. 6, 18, 56, 634.
Virgel 118.
Voelkel 120.
Vollmer 161.
Vollterra 214, 458, 459.

W.

Wachtl 673.
Wahl 153.
Wahlgren 673.
Walker 587, 588.
Walley 244.
Wallin 196.
Walsh 261, 267, 270.
Walter 56.
Wardle 531, 536.
Wardle u. Buckle 531, 536.
Wasmann 426, 427, 436.
Watzl 132, 153.
Weese 612.
Weidling 459.
Wildermuth 268.
Wilhelmi 404.
Willcocks 692.

Williams 511.
Williams and Kirkpatrick 530.
Williamson 406, 407, 417.
Williston 255, 256.
Willmann 421.
Winn and Beaulieu 256.
Wolf 153, 551.
Wolff u. Krauße 18, 22, 33, 56, 71, 73, 74, 82.
Wollenweber 612.
Woroniecka 355, 360.
Wundsch 567.
Wyscheleskaja u. Parfenpjev 119.

Z.

Zacher 188.
Zederbauer 567.
Zeiß 123.
Zetterstedt 680.
Zillig u. Niemeyer 333.
Zimmermann 356, 360, 431.
Znoijky 211.
Zolk 199.
Zschokke 523.
Zschokke u. Stellwaag 530.
Zweigelt 418, 461, 564, 567.
Zwölfer 2, 76, 112, 418, 421, 444, 446, 449, 455, 459, 530, 531, 532, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 560, 567.

Sachregister.

A.

abietis H. 654.
acerus E. 208.
Aconthojoppa Cam. 402.
— flavidorbitalis Cam. 402.
— indica Cam. 402.
aculeatus H. 154.
Adonia variegata Goeze 184.
Aëdes argentus 408.
— caspius 408, 416.
— crucians 416.
— vexans 408.
— sticticus 408, 416.
Aglia tau 107.
Agria affenis 681.
Agromyca chermivora 672.
Agrotis segetum Schiff. 199, 729.
— ypsilon 729.
Alsophila pomentaria Peck. 249.
Amara equestris Duft. 211.
ambiguella Cl. 505.
Amblyteles Wesm. 401.
— fuscipennis Wesm. 199.
— Panzeri Wesm. 401.
— spec. 401.
— velox Cresson 270.
amitinus I. 464.
Amphimallus solstitialis 203.
angustus Ph. 244.
annulata Th. 191.
Anomala 203.
Anopheles barbirostris 406.
— bifurcatus 407.
— crucians 406, 407.
— hyrcanus 406.
— maculipennis 191, 406, 407.
— plumbeus 408.
— punctipennis 406.
— quadrimaculatus 406, 407.
antiopa E. 255.
Anuraphis farfare Koch. 286.
Apanteles spurius L. 199.
Apate francisca Fbr. 695.
— monachus F. 695.
Apechtis conquisitor Morley 260.
Aphiocheta rufipes 683.
Aporia crataegi L. 59, 64, 205.
Aporoderes escherichi Hofm. 425.
Argas persicus 162.
Argynnis cybele Fabr. 255.
argyrospila C. 249.
Arum dracunculus 732.
arundinacea Ph. 582.
Aspidiotus perniciosus 319.
Astynomus aedilis 681.
Autographa californica Speier 255.

B.

Baumweißling 59.
bicolor T. 397.
bicuspidatum S. 691.
biselliella T. 161.
botrana P. 406.
Blastophagus minor 365, 368.
— piniperda 367, 368.
Brachycaudus helychrysi Kalt. 282.
Brachyderes incanus 636.
brassicae P. 297, 568.
bucephala P. 304.
Buchenrotschwanz 59.
Bupalus piniarius 59, 78, 93, 107, 542, 651.
buprestoides S. 205.

C.

Cacoecia argyrospila Wlk. 249.
— parallela Rob. 255.
— rosaceana Harr. 249.
— semiferana Wlk. 249.
californica A. 255.
Callajoppa Cam. 398.
— pepsoides Smith 398.
Calliphora erythrocephala 681.
Campoplegidea 244.
— ellopiae Wall. 256, 258.
cantaniea C. 256.
Cecidomyia brachyntera 636.
ceratoniae S. 691.
cerealium L. 154.
Ceromasia festinans Brauer 256.
—florum Rdi. 256.
— rutila Brauer 256.
Chermes picae 672.

Chalcididen 184.
Chalcidoidae 244, 274.
Chlorops taeniopus Meig. 133.
Chrysobothris affinis 691.
Chrysopiden 184.
chrysorrhoea E. 255.
Cingilia catanria 257.
Cirphis unipuncta 729.
Clysia ambiguella Hübn. 505.
coarctata H. 354.
Coccinella 5-punctata L. 184.
— 7-punctata L. 184.
— 11-punctata L. 184.
— 14-punctata L. 184.
Coeliodes scolyticida 198.
conquisitor A. 260.
conquisitor C. 260.
conquisitor E. 260.
conquisitor I. 258.
conquisitor P. 260.
conquisitor S. 260.
Corethra plumicornis 344.
crataegi A. 59, 64.
Cryphalus piceae 364, 368.
Cryptocephalus pini 636.
Cryptococcus fagi Bsp. 590.
Crypturgus pusillus Gyll. 487, 669.
Cryptus conquisitor Say. 260.
— pleurivenctus Say. 260.
Ctenocharidea Cush. 402.
— melli spec. nov. 403.
Culex fatigans 406, 407.
— pipiens 409, 416.
cyanea G. 401.
cybele A. 255.
Cydia pomonella 730.
Cylidrus fasciatus 695.
— megacephalus Spin. 694.

D.

Dasychira pudibunda L. 59, 66.
Deilephila euphorbiae 85.
Dendroctonus micans 364, 368, 370.
Dendrolimus pini L. 59, 73, 107, 542.
— sibiricus 201.
deserticola P. 696.
destructor M. 582.
destructor S. 584, 586.
Dibrachis sp. 274.
Dioryctria mutatella 636.
disparis P. 400.
domestica M. 492.
Doralis (Aphis) fabae Scop. 288.
— pomi Degeer. 283.
13-punctata H. 184.
Dreyfusia nuesslini C. B. 608.
Dryocoetes autographus 364, 368, 487.
— hectographus 369.

E.

Eccoptogaster acerus 208.
Einzelreferate 212, 418.
ellepiae C. 256, 258.
11-punctata C. 184.
Ellopia fiscellaria Hb. 219, 255, 270.
elutella E. 196.
Ennomos magnarius Guennec. 255.
Entodon metallicus Nees. 584, 588.
Entomophtora sphaerosperma 571.
Enschisiades Cam. 400.
— rufipes Cam. 400.
Ephestia elutella Hb. 196.
Ephialtes conquisitor Cushman 260.
— pedalis Cresson 268.
Ephydra riparia 684.
equestris A. 211.
Ernoporus fagi F. 592.
Erycia rutila Mg. 256.
Escherichia Forel 425.
Eufitchia ribeariea Fitch. 249.
eufitchiae L 248.
Eulen 59.
Euproctis chrysorrhoea L. 255.
Eustalocerus clavicornis 487.
Euvanessa antiopa L. 255.
Evetria buoliana 635.
— resinella 636.
— turionana Hb. 488,
Exenterus marginatorius F. 649.

F.

Facydes Cam. 398.
— purpureomaculatus Cam. 398.
fabae D. 288.
farfare A. 286.
fasceatus C. 695.
festinans C. 256.
festinans M. 256.
festinans T. 256.
fiscellaria E. 219, 255, 270.
flammea P. 532.
flavidorbitalis A. 402.
florum C. 256.
Forleule 59.
Formica rufa L. 26.
francisca A. 695.
frit O. 145.
frontalis Ph. 695.
Fuchs, kleiner 59.
5-punctata C. 184.
fumipennis P. 399.
fuscipennis A. 199.

G.

Galerucea luteola Müll. 246.
Geniocerus inunctus Nees. 184.
Geodartia Boie 401.
— cyanea Cam. 401.
Geometriden 59.
graminicola M. 584, 587.

H.

Habrobracon juglandis Ashm. 197.
Hammerschmidtia conica 680.

Haplothrips aculeatus F. 154.
Harpalus pubescens Müll. 211.
helichrysi B. 282.
Heliococcus (Phenaccocus) hystrix 333.
Hemiteles sp. 273.
hiemalis 584, 585.
Hippodamia 13-punctata L. 184.
humili H. 249.
Hydrocytis arenaria 732.
Hylastes angustatus 669.
— ater 669.
— attenuatus 669.
— opacus 669.
Hylemyia coarctata Fall. 354.
Hylesinus crenatus 368.
Hylobius abietis L. 654, 738.
Hyloicus 65.
Hylurgops glabratus Zett. 487.
— palliatus Gyll. 487.
Hypena humili, Harris 249, 257.
Hyponomeuta malinellus Z. 308.

I.

Ichneumonidae 371.
indica A. 402.
inunctus G. 184.
Ips amitinus Eichh. 464, 487.
— laricis 669.
— typographus 364, 369, 462, 487.
Itoplectes conquisitor Say. 258.

J.

juglandis H. 197.

K.

Kiefernschwärmer 59.
Kiefernspanner 59.
Kiefernspinner 59.
Kleine Mitteilungen 189.

L.

Laphria gilva 670.
Lasiocampa quercus 732.
Lasiocampiden 59.
Laspeyresia molesta 733.
Latheticus oryzae Waterh. 696.
Leperisinus orni 369.
Leucopis atratula 673.
— griseola 673.
— obscura Haliday 672.
Limothrips cerealium Hal. 154.
Lithobius forficatus 670.
Lophyrus pini L. 542, 636.
Luperus pinicola 636.
luteola G. 246.
Lycophotica margaritosa Haworth. 255.
Lydella eufitchiae Twnsd 248.
Lymantria monacha L. 59, 68, 90, 542.
Lymantriiden 59.
Lymantriidenfresser 379.
Lymexylon (Hylecoetus) dermestoides L. 592.

M.

machaon P. 59, 63.
mactator T. 397.
maculipennis A. 191.
maculiventris P. 245.
Madremya saundersoni Will. 255, 260.
magnarius E. 255.
Malacosoma neustria L. 300.
malinellus H. 308.
margaritosa L. 255.
Masicera festinans Coquillet 256.
— rutila Schiner 256.
Masicerus 248.
Mayetiola destructor Say. 582.
— phalaris Barnes 582, 584.
Medeterus pusillus 681.
— ruficornis 681.
— signaticornis 680.
megacephalus C. 694.
Megaselia plurispinulosa Zett. 680.
Melanichneumon Thoms. 401.
Melanichneumon spectabilis Holmgr. 401.
melli spec. nov. Ct. 403.
Melolontha hippocastani 203.
— melolontha 203.
Meraporus graminicola Wlk. 584, 587.
metallicus E. 584, 588.
minutulus P. 584, 585.
monacha L. 59, 68, 90, 542.
monachus A. 695.
Monochamus 487.
monodon Ph. 584, 586.
moubata O. 161.
multistriatus S. 198.
Musca domestica L. 492.
Myzodes persicae Sulz. 278, 279.

N.

neustria M. 300.
nigricornis T. 182.
Noctua griseovariegata 651
Noctuiden 59.
Nonne 59.
Nymphaliden 59.

O.

obscura L. 672.
Ocnerostoma piniarella 636.
Olethreutes palustrana 635.
Onthotomicus laricis 364, 369, 370.
— longicollis 367, 369.
Ophioninen 382.
Ornithodorus moubata 161.
oryzae L. 696.
Oscinis frit L. 154.
Osterluzeifalter 59.

P.

Paedalgus Forel 425.
Palorus deserticola Sahlb. 696.
Panolis flammea Schiff. 532.
— piniperda Panz. 59, 75, 542

Panzeri A. 401.
Papilio machaon L. 59, 63.
— podalirius L. 59, 64.
Papilioniden 59.
Paradexodes 248.
parallela C. 255.
Parasiten bei Lymantriiden 373.
Paussus turcicus Friv. 426.
pedalis E. 268.
pedalis P. 268.
pedalis Sc. 268.
pepsoides C. 398.
Pereat 344.
Periplaneta americana 114.
persicae M. 278, 279.
persicus A. 162.
perspicuus St. 401.
Phalaris arundinacea L. 582.
phalaris M. 582, 584.
Phalera bucephala L. 304.
Phallus impudicus 732.
Phloeophthorus rhododactylus 366.
Phloeosinus thujae 368.
Phonapate frontalis Fahr. 695.
Phora Bergenstammi 683.
Phrymolydella 248.
Phthorophloeus spinulosus 366, 368.
Phygadeuon monodon Thm. 584, 586.
Phylloperta 203.
Phytocoris angustus Reuter 244.
pictus T. 397.
Pieriden 59.
Pieris brassicae L. 297, 568.
— rapae 569.
Pimpla conquisitor Riley 260.
— pedalis Cresson 268.
— walshii Dallartorre 260.
Pimplidea pedalis 268.
Pimplinen 382.
pinastri S. 59, 65.
pini D. 59, 73, 542.
pini L. 542.
piniarius B. 59, 78, 93, 542.
piniperda P. 59, 75, 542.
pipiens C. 409.
Pissodes harcyniae Herbst 487.
— pini 669.
Pityogenes bidentatus 369.
— chalcographus 369, 487.
— conjunctus Reitt. 491.
Pityokteines curvidens 369.
— vorontzowi 366, 369.
Platygaster hiemalis Forbes 584, 585.
Platyparaea poeciloptera 628, 740.
pleurivinctus E. 260.
plumicornis C. 344.
plurispinilosa M. 680.
podalirius P. 59, 64.
Podisus maculiventris Say. 245.
— serieventris Uhler 246.
— spinosus 245.
Polychrosis botrana Schiff. 505.
Polygnotus minutulus D. T. 584, 585.
Polygraphus poligraphus 367, 487.
Polyphilla fullo 203.
polyxena Th. 64.
pomentaria A. 249.
pomi D. 283.
Prionus coriarius 681.
Protichneumon Thoms. 399.
— disparis Poda 400.
— fumipennis Cam. 399.
— rufobalteatus Cam. subsp. nov. sinensis 399.
— spec. 400.
Pseudococcus hirsutus 691.
Psylla piricola 319.
Pteromalus puparum L. 274, 571.
pubescens H. 211.
pudibuda D. 59, 66.
pulex T. 694.
pumila S. 204.
puparum P. 274.
purpureomaculatus F. 398.
Pyrausta nubilalis 738.

Q.

quadri-liniaria 249.

R.

Referate 201, 418.
remulus T. 584, 585.
Rhopalicus suspensus Ratz. 485.
Rhopaloceren 59.
Rhopalocerenparasiten 372, 375, 388.
Rhoptrocerus xylophagorum N. 485.
ribeariea E. 249.
richiardii T. 404.
Rileyi T. 584, 589.
rosaceana C. 249.
rufobalteatus P. 399.
rufipes E. 400.
rutila C. 256.
rutila E. 256.
rutila M. 256.
rutila T. 256.

S.

saundersoni M. 255.
Sarcophaga carnaria 681.
— clathrata 681.
Saturnia pyri 732.
Saturniidenparasiten 389.
Scambus conquisitor Viereck 260.
— pedalis Viereck 268.
Schwärmer 59.
Schwalbenschwanz 59.
scolyticida C. 198.
Scolytus carpini 368.
— intricatus 368.
— multistriatus 198.
— ratzeburgi 367.
— scolytus 197, 368,
scolytus S. 197.
Segelfalter 59.

segetum A. 199.
segnis Z. 669.
semiferana C. 249.
Semiotellus destructor Say. 584, 586.
Semiothisa pumila sp. n. 204.
senegalense S. 692.
Serica 203.
serieventris P. 246.
sibiricus D. 201.
7-punctata C. 184.
Sinoxylon bicuspidatum Anc. 691.
— ceratoniae L. 691, 693.
— (Calopertha) senegalense Karsch. 692.
— (Calopertha) subretusum Lesne 692.
Spanner 59.
spectabilis M. 401.
Sphingiden 59.
Sphingidenparasiten 372, 376, 388.
Sphinx pinastri L. 59, 65, 107, 108.
Spinner 59.
spinosus P. 245.
Spondylis buprestoides L. 205, 210.
spurius A. 199.
Stilpnotia salicis 105.
Stenichneumon Thoms. 401.
— perspicuus Wesm. 401.
subretusum S. 692.

T.

Tachina festinans Mg. 256.
— rutila Mg. 256.
taeniopus Ch. 133.
Taeniorhynchus richiardii 404.
Taphrorychus bicolor Hbst. 592.
Tarsostnus univittatus Rossi 695.
Teleia dodecella 636.
tenebrioides Z. 211.
Teretrius Kraatzi Mars. 694.
— pulex Frmr. 694.
Tetrastichini 184.
Tetrastichus Rileyi Lind. 584, 589.
Tetropium 487.
Thanasimus formicarius 670.
Thais polyxena Schiff. 59, 64.
Thamnonoma flavicaria Pack. 249.
— 4-liniaria Pack. 249.
Theobaldia annulata 191.
Tineola biselliella 161.
Tipula paludosa 730.
— oleracea 730.
Tortrix politana 635.
— viridana 635.
Trichacis remulus Wlk. 584, 585.
Trioza nigricornis Foerst. 182.
— viridula Zett. 175.
Trogus Panz 397.
— bicolor Rad. 397.
— mactator Tosqu. 397.
— pictus Kriechb. 397.
— spec. 397.
typographus J. 462.

U.

univittatus T. 695.
urticae V. 59, 64.

V.

Vanessa urticae L. 59, 64.
variegata A. 184.
velox A. 270.
Viereckiana 258.
14-punctata C. 184.
viridula T. 175.
vlavicaria Th. 249.

W.

walshii P. 260.
Winthemia sp. 250.

X.

Xylechinus pilosus Ratzb. 487.
Xylota florum 680.
Xylóterus domesticus L. 592.
— lineatus Oliv. 487.

Z.

Zabrus tenebrioides Goeze 211.
Zele sp. 272.
Zelima (Xylota) segnis L. 669.

BAND XVIII HEFT 1 JUNI 1931

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
17 JUL 1931
Ex. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

MIT 61 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XVIII Heft 1 S. 1—218 Bln. 1931

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Von Ernst Meyer, München. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie.) (Mit 24 Abbildungen) 1

Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. II. Physiologischer Teil. Von H. Eidmann, Hann. Münden. (Mit 16 Tabellen, 3 Kurven und 9 Abbildungen) 57

Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. VI. Teil: Ziele und besondere Methodik bei der Bestimmung der Giftigkeit im Individualversuch. Von F. Stellwaag. (Staatliche Versuchsanstalt in Neustadt a. Hdt. [Zoologische Station]). (Mit 13 Abbildungen) 113

Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege (*Chlorops taeniopus* Meig.). Von Dr. Otto Watzl. (Mitteilung der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.) (Mit 2 Abbildungen) 133

Beobachtungen über die Fluggewohnheiten der Fritfliege und einiger Getreidethysanopteren. Von Dr. A. Körting. (Hauptstelle für Pflanzenschutz Königsberg i. Pr.) (Mit 1 Abbildung) 154

Kleidermotten als Fresser lebender Zecken. Von Ortrud Vollmer. (Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg, Entom. Abt.) 161

Untersuchungen über Möhrenblattsauger. Von Nihat Schewket Bey. (Aus der Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.) (Mit 9 Abbildungen) 175

Kleine Mitteilungen.

Ein einfaches Biocönometer zur Auszählung der Insektenfauna der Grasdecke. Von N. Konakow und Z. Onissimowa 189

Ein Beitrag zur Eiablage der *Theobaldia annulata*. Von Ernst Teubner-Tredmerski 191

Tier und Pflanze in Symbiose 193

Die Heumotte (*Ephestia elutella* Hb.) als großer Tabakschädling 196

Neue Untersuchungen über die Verbreiter der Ulmenkrankheit 197

Die Wintersaateule (*Agrotis segetum* Schiff.) und ihre Bekämpfung 199

Referate.

Neuere russische forstentomologische Literatur. Sammelbericht für das Jahr 1929. Von Dr. V. v. Butovitsch, Eberswalde 201

Einzelreferate 212

Manuskripte sind zu senden an Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Escherich, München 19, Prinzenstraße 26.

Die Arbeiten sind im Umfange möglichst knapp zu halten. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Abbildungen sind auf das Notwendigste zu beschränken. Das Honorar beträgt pro Bogen 48 Rm., mehr als 4 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei.

25 Sonderabdrucke (bei Doktorarbeiten 50) werden unberechnet geliefert.

BAND XVIII HEFT 2 AUGUST 1931

IMP INST. ENT.
— LIBRARY —
26 AUG 1931
Ex. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

MIT 43 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XVIII Heft 2 S. 219—422 Bln. 1931

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Der Hemlockspanner *Ellopia fiscellaria* Hb. und seine natürlichen Feinde. Von Dipl. Ing. Karl Schedl, Ottawa (Kanada). (Mit 32 Abbildungen) 219

Beiträge zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung. I. Mitteilung. Von O. Jancke. (Aus der Zweigstelle Naumburg/Saale der Biologischen Reichsanstalt.) (Mit 4 Abbildungen) 276

Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel. Zugleich ein Beitrag über das Ausbreitungsvermögen von Insektiziden. Von H. Thiem und L. Kalandadze. (Aus der Biologischen Reichsanstalt Zweigstelle Naumburg a. S.) 319

Untersuchungen über die Giftwirkung von dalmatischem Insektenpulver auf die Larven von *Corethra plumicornis*. Von Friedrich Krüger. (Aus dem Zoologischen Institut der Universität Münster i. W.) (Mit 3 Abbildungen) . . 344

Beitrag zur Epidemiologie der Brachfliegenschäden (*Hylemyia coarctata* Fall.). Von H. Bremer. (Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.) (Mit 1 Abbildung) 354

Die Brutbildtypen der einheimischen rindenbrütenden Borkenkäfer. Von Prof. Dr. H. Prell, Dresden-Tharandt 361

Beiträge zur Fauna sinica IX. Zur Biologie und Systematik der südchinesischen Ichneumoninae Ashm. (Fam. Ichneumonidae Hym.) Von R. Mell und G. Heinrich. (Mit 3 Abbildungen) 371

Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Entwicklung der Mückenlarven. Von Dr. W. Buchmann. Mitarbeiter an der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem. (Aus der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene [Präsident Geheimrat Professor Dr. Beninde]; Zoologische Abteilung [Direktor Professor Dr. J. Wilhelmi]) 404

Referate.

Einzelreferate 418

Manuskripte sind zu senden an Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Escherich, München 19, Prinzenstraße 26.

Die Arbeiten sind im Umfange möglichst knapp zu halten. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Abbildungen sind auf das Notwendigste zu beschränken. Das Honorar beträgt pro Bogen 48 Rm., mehr als 4 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei.

25 Sonderabdrucke (bei Doktorarbeiten 50) werden unberechnet geliefert.

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE
BAND XVIII HEFT 3

IMP INST. ENT.
LIBRARY
19 SEP 1931
Eu 270
EPARATE

Festschrift
zum 60. Geburtstag von
Karl Escherich

herausgegeben
unter Mitwirkung seiner Freunde und Schüler
von

F. STELLWAAG

Mit dem Bildnis Escherichs, 88 Textabbildungen
und zum Teil mehrfarbigen Tafeln

BERLIN
VERLAG VON PAUL PAREY
1931

Z. ang. Ent. Bd. XVIII Heft 3 S. 423—743 Bln. 1931

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Karl Escherich zum sechzigsten Geburtstag. Von F. Stellwaag, Neustadt/Hdt. . 423

Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen. Von E. Martini, Hamburg 440

Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz. I. Standortsklima und Kleinklima in ihren Beziehungen zum Entwicklungsablauf und zur Mortalität von Insekten. Von Dr. Ing. Erwin Schimitschek. (Aus der Lehrkanzel für Forstschutz und forstliche Entomologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.) (Mit 11 Abbildungen) 460

Erfahrungen über die Biologie der Hausfliege (*Musca domestica* L.) in Palästina. Von F. S. Bodenheimer, Jerusalem 492

Epidemiologische Forschungen über den Traubenwickler *Clysia ambiguella* Hübn. und ihre Auswertung für die praktische Großbekämpfung. Von L. Sprengel. (Staatliche Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Neustadt a. d. Hdt. Zoologische Station.) (Mit 13 Abbildungen.) 505

Zur Lehre von der Bekämpfung der Schadinsekten. Von W. Zwölfer, München. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie.) 531

Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien. Von H. Eidmann, Hann. Münden. (Mit 5 Abbildungen im Text.) 537

Zur Ökologie des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*). Von K. Friederichs. (Aus dem Entomologischen Seminar, Rostock.) (Mit 5 Abbildungen.) 568

Über die Parasiten der Rohrglanzgrasgallmücke *Mayeticla phalaris* Barnes. Von Hans Blunck, Kitzeberg. (Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Kiel.) 582

Über das Schicksal der von der Buchenrindenwollaus (*Cryptococcus fagi* Bsp.) befallenen Buchen. Von L. Rhumbler (Hann. Münden). (Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Text.) 590

Beitrag zur Kenntnis der Fauna der Kiefernkahlschläge. Von K. Eckstein und V. Butovitsch. Erstes zoologisches Institut der Forstl. Hochschule Eberswalde 615

Erlebnisse mit Forstinsekten als Lausitzer Revierverwalter 1923—1930. Von A. Freiherr von Vietinghoff-Riesch, Neschwitz. (Mit 9 Abbildungen.) 634

Rüsselkäferstudien. Von Prof. Dr. Max Dingler. (Aus der Zoologischen Abteilung des Forstinstitutes der Universität Gießen.) 654

Zwei forstentomologisch wichtige Fliegen. Von Ivar Trägårdh. (Mit 30 Abb.) 672

Beitrag zur Kenntnis ägyptischer Bostrychiden. Von Adolf Andres, Heliopolis (Ägypten). (Mit 4 Abbildungen und 1 farbigen Tafel.) 691

Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. VII. Teil: Grundlagen und besondere Methodik der Bestimmung des „Giftwertes" im „Serienversuch". Von F. Stellwaag. (Staatliche Versuchsanstalt in Neustadt a. d. Hdt. [Zoolog. Station]). (Mit 12 Tabellen und 5 Abbildungen.) 698

Über die Verwendung von Ködermitteln zur Schädlingsbekämpfung. Von Fritz Eckstein, Rastatt 726

Manuskripte sind zu senden an Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Escherich, München 19, Prinzenstraße 26.

Die Arbeiten sind im Umfange möglichst knapp zu halten. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Abbildungen sind auf das Notwendigste zu beschränken. Das Honorar beträgt pro Bogen 48 Rm., mehr als 4 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei.

25 Sonderabdrucke (bei Doktorarbeiten 50) werden unberechnet geliefert.